

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MT Y BT EN
VIVIENDAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN**

AUTOR: Laura Garrido Bonilla

TUTOR: Esteban Domínguez González-Seco

JULIO 2017



ÍNDICE



ÍNDICE PROYECTO

OBJETIVOS.....	5
MEMORIA DESCRIPTIVA.....	12
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	90
PLIEGO CONDICIONES TÉCNICAS	145
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	182
PRESUPUESTOS	187
PLANOS.....	192
CONCLUSIONES	194
BIBLIOGRAFÍA.....	196

Listado tablas

Tabla 1. Potencia Prevista en Servicios Comunes de los Diferentes Portales.....	21
Tabla 2. Potencia Prevista Para Servicios Comunes de Urbanización.....	24
Tabla 3. Potencia Prevista para Servicios Comunes de Garaje	26
Tabla 4. Potencia Prevista Para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos.....	27
Tabla 5. Previsión estimada de cargas del edificio.....	28
Tabla 6. Previsión total de cargas del edificio	29
Tabla 7. Resistividad según tipo de terreno	35
Tabla 8. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase	41
Tabla 9. Clasificación CT	42
Tabla 10. Características Técnicas.....	55
Tabla 11. Características físicas.....	56
Tabla 12. Comparativa CT's Secos y en Aceite	60
Tabla 13. Sección Neutro de las LGA.....	79
Tabla 14. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores.....	85
Tabla 15. Características del transformador Trihal.....	93
Tabla 16. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA	101
Tabla 17. Intensidades máximas permanentes admisibles.....	102
Tabla 18. Características del cable RHZ1 – L20 del fabricante Prysmian	103
Tabla 19. Temperaturas máximas para cables con aislamiento seco	111
Tabla 20. Valores aproximados de la reactancia inductiva	114
Tabla 21. Valores de conductividad según temperatura	116
Tabla 22. Método de instalación que facilitan las indicaciones para determinar las intensidades admisibles. (Tabla 52-B2 UNE 20460-5-523).....	117
Tabla 23. Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos o varios cables multiconductores a aplicar a valores de las intensidades admisibles (Tabla 52-E1 UNE 20460-5-523)	118
Tabla 24. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento. ITC-BT-19. Tabla 1.....	119
Tabla 25. Cálculo secciones línea a cuadros secundarios	122
Tabla 26. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal A	124
Tabla 27. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal B.....	125
Tabla 28. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal C.....	126
Tabla 29. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal D	127
Tabla 30. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal E.....	128
Tabla 31. Cálculo sección circuitos viviendas.....	129
Tabla 32. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal A.....	130
Tabla 33. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal B	130
Tabla 34. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal C	131
Tabla 35. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal D.....	131
Tabla 36. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal E	132
Tabla 37. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal F	132
Tabla 38. Valores de eficiencia energética límites	141

Listado figuras

Figura 1. Esquema de distribución tipo TT.....	30
Figura 2. Esquema de distribución tipo TN-S	31
Figura 3. Esquema de distribución tipo TN-C.....	31
Figura 4. Esquema de distribución tipo TN-C-S.....	32
Figura 5. Esquema de distribución tipo IT	32
Figura 6. Actuación esquema TT	33
Figura 7. Dependencia de la resistividad con distintos factores.....	35
Figura 8. Puntos para la comprobación de la resistencia a tierra.....	36
Figura 9. Esquema unifilar sistema compacto 2LP. Extensible	46
Figura 11. Esquema unifilar celda medida	54
Figura 12. Cuadro de baja tensión	56
Figura 13. Circuito Magnético	63
Figura 14. Ensayo C2a	66
Figura 15. Ensayo E2a.....	67
Figura 16. Ensayo de resistencia al fuego F1.....	67
Figura 17. Evolución de la temperatura durante el ensayo	68
Figura 18. Instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga	88
Figura 19. Dimensionamiento de la ventilación del transformador	99
Figura 20. Constitución del cable RHZ1 – 20L	102
Figura 21. Circuito equivalente de una línea corta	112
Figura 22. Diagrama vectorial.	113
Figura 23. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno (Ng)	135
Figura 24. Cabeza captadora PDC- S1	138
Figura 25. Volumen protegido por un pararrayos con dispositivo de cebado.....	138
Figura 26. Características PDC - S1	139
Figura 27. Cálculo luminarias garaje	143
Figura 28. Vista iluminación Garaje.....	144



OBJETIVOS



El objetivo de este trabajo fin de grado es el de especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas necesarias para la instalación eléctrica de un edificio de nueva construcción que se compone de viviendas, trasteros, zonas comunes y garaje. Además de otorgarle un carácter docente al mismo, pudiendo ser usado como guía en proyectos de la misma índole.

La nueva construcción se llevará a cabo en la Comunidad de Madrid, en el municipio de Madrid, en el distrito del Ensanche de Vallecas. En la calle Baños de Valdearados 14. Consta de ochenta y seis (86) viviendas, repartidas en cinco (5) plantas, con seis (6) portales de acceso. Se trata de cuarenta (40) viviendas de dos (2) dormitorios y cuarenta y seis (46) viviendas de un (1) dormitorio, todas ellas de electrificación elevada por ordenanza municipal. Dicho inmueble dispondrá de ochenta y ocho (88) plazas de garaje repartidas en la planta sótano, planta bajo rasante. La propiedad del inmueble es Negocios Inmobiliarios Peninsulares S.L.

Para el suministro eléctrico del edificio se instalará un centro de transformación (CT) interior de potencia 630 kVA con entrada y salida en Baja Tensión (BT) y relación de transformación 15 kV, 400/230V. Sito en la fachada, partirá la red de suministro en baja tensión hasta el portal de entrada donde se instalarán dos caja general de protección (CGP) o BTV. La empresa eléctrica suministradora será Gas Natural Fenosa (GNF) por lo que la red de Media Tensión que acomete al centro de Transformación será de 15 kV y el suministro al edificio se realizará en 400V. Posteriormente se cederán los servicios del CT a la compañía Gas Natural Fenosa.

Todo el proyecto se realizará cumpliendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como el Código Técnico de la Edificación y además todas las normas subsidiarias del Ayuntamiento de Madrid.

El presupuesto total de ejecución del proyecto es 373.045,43€.

La finalidad del proyecto es demostrar los conocimientos adquiridos durante la carrera y con la presentación de éste conseguir finalizar mis estudios de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.



MEMORIA DESCRIPTIVA



CONTENIDO

1	AGENTES.....	12
1.1	Promotor	12
1.2	Autor.....	12
2	INFORMACIÓN PREVIA.....	13
2.1	Antecedentes y Condicionantes de partida	13
2.2	Emplazamiento.....	13
2.3	Entorno físico	13
3	MARCO REGULADOR.....	14
3.1	INFRACCIONES Y SANCIONES	15
3.1.1	Media tensión	15
3.1.2	Baja tensión.....	15
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17
4.1	Descripción general del Edificio	17
4.2	Descripción instalación eléctrica.....	19
4.3	Empresa suministradora y Características de la acometida	19
4.4	Grado de electrificación de las viviendas	19
4.4.1	Electrificación básica	20
4.4.2	Electrificación elevada.....	20
4.5	Previsión de potencias	20
4.5.1	Viviendas	21
4.5.2	Servicios comunes.....	21
4.5.3	Locales comerciales.....	28
4.5.4	Previsión estimada de cargas del edificio	28
4.5.5	Previsión total de cargas del edificio.....	29
5	ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	30
5.1	Esquema TT	30
5.2	Esquema TN.....	31
5.3	Esquema IT	32
5.4	Características y prescripciones de los dispositivos de protección en un esquema TT	33
6	RED DE TIERRAS.....	34
6.1	Introducción a las puestas a tierra de protección.....	34
6.1.1	El terreno.....	34
6.1.2	Electrodos.....	35



6.1.3	Línea de enlace con tierra	36
6.1.4	Puntos de puesta a tierra	36
6.1.5	Línea principal de tierra, derivaciones de la línea principal de tierra y conductores de protección.	37
6.2	Significado de la resistencia de paso a tierra	37
6.3	Puesta a tierra de los Centros de Transformación	37
6.3.1	Instalaciones de puesta a tierra	37
6.3.2	Ejecución de la puesta a tierra	38
6.3.3	Tierra de protección o herrajes del CT	38
6.3.4	Tierra de servicio o del neutro del CT	39
6.3.5	Tierras interiores	39
6.3.6	Unificación de circuitos de tierra de protección y servicio	39
6.4	Puesta a tierra en Baja Tensión	39
6.4.1	Tierra de protección de baja tensión	39
6.4.2	Tierra de la estructura del edificio	40
6.5	Puesta a tierra contra el rayo	40
6.6	Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y de contacto	40
6.7	Conductores de Puesta a tierra	41
6.7.1	Conductores de protección	41
6.7.2	Conductores de equipotencialidad	41
7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	42
7.1	Diseño del CT	42
7.2	Características generales del centro de transformación	43
7.2.1	Justificación de la necesidad o no de estudio de impacto ambiental	43
7.3	Descripción del local destinado al CT	43
7.3.1	Características constructivas	44
7.4	Aparamenta eléctrica de MT y BT	45
7.4.1	Hexafluoruro de Azufre	45
7.4.2	Composición del conjunto compacto CGMCosmo (ORNAZABAL).	46
7.4.3	Características de la aparamenta de MT	46
7.4.4	Descripción de valores característicos	49
7.4.5	Tipos de celda	50
7.4.6	Características de la aparamenta de BT	55
7.5	Transformador	56
7.5.1	Características de los transformadores de potencia	56



7.5.2	Diferencias entre transformadores en baño de aceite y transformadores secos	57
7.6	Elección del transformador MT/BT	60
7.6.1	Normativa.....	61
7.6.2	Constitución del equipo	61
7.6.3	Tecnología del transformador	62
7.6.4	Protección térmica del transformador.....	64
7.6.5	Conexiones al transformador	65
7.6.6	Ensayos del transformador de potencia	65
7.7	Protecciones.....	68
7.7.1	Protección contra defectos internos.....	68
7.7.2	Protección contra defectos externos	68
7.7.3	Selección de las Protecciones de Media Tensión.....	70
7.7.4	Selección de las protecciones de Baja Tensión	71
7.8	Instalaciones complementarias.....	71
7.8.1	Alumbrado.....	71
7.8.2	Protección de incendios	71
7.8.3	Ventilación.....	72
7.8.4	Medidas de seguridad.	72
8	RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	74
8.1	Características Generales	74
8.2	Trazado de las líneas subterráneas de baja tensión	74
8.2.1	Características generales de la Línea 1:	74
8.2.2	Características generales de la Línea 2:	74
8.3	Conductores	75
8.4	Cables entubados en zanjas	75
8.5	Protección de sobreintensidad	75
8.6	Puesta a tierra	76
9	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	77
9.1	Cuadro/s General/es de Baja Tensión (CGBTs) o Caja/s General/es de Protección. ..	77
9.2	Línea/s General/es de alimentación.	78
9.3	Centralización de contadores.....	81
9.3.1	Ubicación en local	81
9.3.2	Conjunto modular	82
9.3.3	Concentración de contadores	83
9.4	Derivaciones Individuales.....	84



9.5	Cuadros de Mando y Protección.	85
9.6	Instalaciones Interiores en Viviendas.....	85
9.7	Alumbrado y Servicios Generales de Finca.	86
9.8	Alumbrado de Emergencia y Señalización.	86
9.9	Recarga vehículos eléctricos	87
10	PARARRAYOS.....	89



1 AGENTES

1.1 PROMOTOR

Sociedad Mercantil Negocios Inmobiliarios Peninsulares, S. L. CIF B 83154757, domiciliada en el Paseo de la Reina Cristina, núm. 9 – 28014 MADRID, Teléfono 914 33 00 66, cuyo representante Legal es Doña. Pilar Santos Martínez, NIF 00833220 E.

1.2 AUTOR

El proyecto ha sido desarrollado por Laura Garrido Bonilla, con domicilio social en Calle Andrés Tamayo 23, quien es responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias vigentes.

2 INFORMACIÓN PREVIA

2.1 ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES DE PARTIDA

Se recibe por parte de Negocios Inmobiliarios Peninsulares, S. L., el encargo de la redacción del Proyecto de Ejecución, para la instalación del Centro de Transformación y la instalación eléctrica de Baja Tensión de un Edificio de nueva construcción, de cinco plantas sobre rasante y una bajo rasante, en el que se proyectan ochenta y seis (86) Viviendas de V.P.O., dos (2) Locales Comerciales en Planta Baja y Garaje Aparcamiento para 88 plazas, ubicado en la Planta de Sótano.

2.2 EMPLAZAMIENTO

Calle de Baños de Valdearados, 14. C/v a las calles de Peñaranda de Bracamonte y de Entrepeñas, 28031 MADRID.

2.3 ENTORNO FÍSICO

Las Parcelas Agrupadas de referencia, (2.90 A y B) es de forma rectangular, con dos chaflanes en dos de sus vértices, tiene una superficie de dos mil setecientos ochenta con cincuenta (2.780,50) metros cuadrados; está situada entre las calles de Entrepeñas, Baños de Valdearados, Peñaranda de Bracamontes y medianería con las Parcela 2.90 C y 2.90 D.

3 MARCO REGULADOR

Para la redacción de este Proyecto se tienen en consideración los siguientes Reglamentos y Normas Vigentes y sus actualizaciones:

- Código Técnico de la Edificación. (R.D. 314/2006 BOE 17-3-2006), afectando principalmente a la instalación en baja tensión en los apartados siguientes:
 - Básico HE Ahorro de Energía. Sección HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
 - Documento Básico SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad. Sección 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (R.D. 842/2002 BOE 18-9-2002) y sus instrucciones técnicas complementarias, considerado como norma de referencia por el Código Técnico de la Edificación en su Apéndice C del Documento Básico HE Ahorro de Energía, así como nuevas modificaciones.
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora: GAS NATURAL FENOSA (GNF)
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/61 BOE 2-4-64).
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (R.D. 1314/1997 del 1-8-1997).
- Orden de Comercio y Turismo de 1982.
- Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Madrid.
- Normas Técnicas de Diseño y Calidad de las Viviendas con Protección Pública de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se normalizan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias aprobadas por Decreto 223/2008, y publicado en el B.O.E 19-03-08.
- Normativa UNE y UNESA aplicable.

3.1 INFRACCIONES Y SANCIONES

3.1.1 Media tensión

En caso de infracción se sancionarán conforme a lo establecido en la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria en su título V, que determina el régimen de infracciones y sanciones en materia de industria y, en particular, sobre cuestiones relacionadas con la seguridad de las instalaciones. La Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico, y en la Ley 2/2007, de 27 de marzo, por la que se regula la garantía del suministro eléctrico en la Comunidad de Madrid.

3.1.2 Baja tensión

Las infracciones a lo dispuesto en el REBT se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de Industria.

El título V, Infracciones y Sanciones, se dedica a regular la responsabilidad de todas las partes y agentes que intervienen en las actividades industriales, tipificando las infracciones y estableciendo el correspondiente régimen sancionador, los sujetos responsables y las competencias sancionadoras.

Por lo que se refiere a las infracciones en dicho título se clasifican en muy graves, graves y leves.

Son infracciones muy graves las tipificadas como graves, cuando de las mismas resulte un daño muy grave o se derive un peligro muy grave e inminente para las personas, la flora, la fauna, las cosas o el medio ambiente.

Son infracciones graves entre otras:

- La fabricación, importación, venta, transporte, instalación o utilización de productos, aparatos e elementos sujetos a seguridad industrial sin cumplir las normas reglamentarias, cuando comporte peligro o daño grave para personas, la flora, la fauna, las cosas o el medio ambiente.
- La puesta en funcionamiento de las instalaciones careciendo de la correspondiente autorización, cuando ésta sea preceptiva.
- La ocultación o alteración dolosa de datos relativos a las empresas, por ejemplo fabricantes o instaladores autorizados, o la expedición de certificados no acordes con la realidad de los hechos.
- El incumplimiento de las especificaciones dictadas por la autoridad competente en materia de seguridad industrial.
- La inadecuada conservación y mantenimiento de las instalaciones, si de ello puede resultar un peligro para las personas, la flora, la fauna, las cosas o el medio ambiente.

Son infracciones leves las siguientes:

- El incumplimiento de cualquier otra prescripción reglamentaria no citada anteriormente.



- La no comunicación a la Administración competente, dentro de los plazos reglamentarios, de los datos relativos a las empresas, por ejemplo fabricantes o instaladores autorizados.
- La falta de colaboración con las administraciones públicas en el ejercicio por éstas de sus funciones reglamentarias.

Para determinar la cuantía de las sanciones se tendrá en cuenta:

- La importancia del daño o deterioro causado.
- El grado de participación o beneficio obtenido.
- La capacidad económica del infractor.
- La intencionalidad de la comisión de la infracción.
- La reincidencia.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

Está previsto construir un edificio de cinco (5) plantas sobre rasante y una (1) bajo rasante, en forma de U.

La planta bajo rasante, se destina a garaje aparcamiento y los servicios generales del Edificio, tales como, grupos de presión, cuartos de extracción de ventilación forzada del garaje, cuartos de instalaciones de energía solar, etc.

El acceso de vehículos, se hace mediante una (1) rampa, bidireccional de entrada y salida, que desembarca en el espacio libre, situando la entrada desde la calle por la Calle de Peñaranda de Bracamonte), mediante un paso de medidas de gálibo de 5 metros de ancho por 4,50 metros de alto, que a su vez sirve de acceso a los Vehículos de Extinción de Incendios en caso de Emergencia.

El acceso de personas, se hace a través de seis (6) escaleras, que comunican verticalmente esta planta con la planta baja del edificio, en cada núcleo de escalera se proyecta un (1) ascensor, que bajan hasta la indicada planta de sótano.

La comunicación vertical entre las distintas plantas sobre rasante, se hace mediante seis (6) núcleos de escaleras, independizados de las escaleras descritas anteriormente, que cumplen las medidas de Extinción de Incendios que son de aplicación en este tipo de Establecimientos.

Cada núcleo de escaleras, cuentan con un (1) ascensor de subida y bajada, con capacidad suficiente y adaptados para ser utilizados por personas con discapacidad y que comunica verticalmente todas las plantas del Edificio.

El acceso peatonal al Edificio se hace desde la Calle de Baños de Valdearados, (14), mediante una (1) puerta cancela de dos (2) hojas, hasta la Planta Baja Porticada, vallada perimetralmente, de la que arrancan los referidos seis (6) núcleos de comunicación vertical.

La distribución interior del edificio, es la siguiente:

La planta baja, que como se ha dicho es porticada en parte, se ubican seis (6) Portales, de los que arrancan los núcleos de escaleras antes descritos. En el Portal A, se proyectan tres (3) viviendas, en el Portal C, se proyecta una (1) vivienda, en el Portal D, se proyecta una (1) vivienda y en Portal F, se proyecta una (1) vivienda. Tres (3) de estas viviendas están adaptadas para personas con discapacidad, ubicadas una (1) en el Portal A, otra en el Portal C y otra ubicada en el Portal F estas tres (3) viviendas superan el 3% del total de la promoción, que prevé el Artículo 27 de la Ley 8/1993 (LEY DE PROMOCIÓN DE LA ACCESIBILIDAD Y SUPRESIÓN DE BARRERAS ARQUITÉCTONICAS) de la Comunidad de Madrid. También se proyectan en esta Planta los cuartos o armarios de las instalaciones generales del Edificio, tales como cuartos de Basuras, Contadores de Agua, Luz y Gas, así como un (1) cuarto de Telecomunicaciones, la cabina del conserje y un (1) cuarto de aseo para servicio del futuro empleado de la finca.

La comunicación entre los distintos niveles de esta Planta, se hace mediante escaleras y rampas con las pendientes reglamentarias, que regula la anteriormente citada Ley 8/1993.



Las plantas primera a cuarta son idénticas, se accede a ellas verticalmente, mediante seis (6) núcleos formados por escalera y ascensor, la escalera queda independizada en cada planta del Vestíbulo de ascensor, desde el que se accede a las diferentes Viviendas.

En las Escaleras A, C, D y F, se proyectan Cuatro (4) viviendas en cada Planta; en las Escaleras B y E, se proyectan Dos (2) viviendas por planta.

La planta de cubierta, se resuelve mediante una terraza plana, no transitable, protegida mediante grava. En esta cubierta plana, se instalarán los equipos de captación de energía solar, para el apoyo del calentamiento del agua caliente sanitaria de suministro a las viviendas.

También está prevista la instalación en la mencionada terraza, de los equipos individuales de aire acondicionado, protegidos los distintos recintos por pantallas acústicas.

Sobre la cubierta antes descrita, se levantan dos (2) torreones, uno (1) en la escalera B y otro en la escalera E. En el de la escalera B, se ubica el cuarto de telecomunicaciones de cubierta. Desde estos torreones, se accede a la cubierta del edificio, para su mantenimiento.

El programa interior de cada vivienda, es el siguiente: Vestíbulo de entrada, Cocina con Tendedero, Salón-Comedor, uno (1) o dos (2) Dormitorios, según los casos, pasillos de distribución y un (1) Cuarto de Baño, en las viviendas de un (1) Dormitorio; Cuarto de Baño incorporado al Dormitorio principal y Cuarto de Aseo, en las de dos (2) Dormitorios.

Todas las piezas habitables, disponen de luz y ventilación natural, superando las superficies mínimas exigidas tanto de ventilación como de iluminación. Las Viviendas adaptadas para personas discapacitadas (las de la Planta Baja), los pasillos y puertas son de dimensiones adecuadas con arreglo a las normas que las regulan y disponen del espacio suficiente en las distintas dependencias, para efectuar giros con silla de ruedas, las personas que las necesiten.

El número total de Viviendas es el siguiente:

De Dos (2) Dormitorios	40
De Un (1) Dormitorio	<u>46</u> (3 de ellas para minusválidos)
TOTAL	86

4.2 DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este punto se describen y justifican las soluciones a adoptar para la instalación eléctrica.

La acometida de media tensión será subterránea hasta el cuarto del Centro de Transformación, ubicado en fachada de planta baja. Alimentado por el transformador de 630 kVA, discurrirán dos líneas en baja tensión hasta la caja general de protección en nuestro caso dos (2) BTV (Base tripolar vertical) y posteriormente partirán circuitos comunes hasta a la individualización de contadores de cada portal para viviendas y zonas comunes.

Para las instalaciones de alumbrado y fuerza (tomas de corriente) de zonas comunes, se preverán Cuadros Secundarios (CS) por portal. Desde donde partirán los circuitos de iluminación y fuerza para la totalidad del portal.

Por lo general el control de alumbrado de zonas comunes se realizará mediante un reloj programable horario y una serie de detectores de movimiento. Este sistema permitirá a la propiedad el control de encendidos en zonas comunes, manteniendo un horario en el que todo el sistema permanezca encendido y otro en el cual la iluminación permanezca encendida sólo cuando algún dispositivo detecte movimiento.

4.3 EMPRESA SUMINISTRADORA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA

La empresa que abastecerá el suministro eléctrico a las instalaciones citadas es GAS NATURAL FENOSA, dando servicio por medio de un centro de transformación (CT), a una red de Distribución en Baja tensión que llegará a la BTV, instalada junto a los portales del edificio. La propiedad cederán los servicios del CT a la compañía Gas Natural Fenosa.

Las características técnicas que ha de cumplir la acometida, nos la ha facilitado GAS NATURAL FENOSA y son las siguientes:

- Potencia de Cortocircuito: 400 MVA
- Tensión Nominal: 15.000 Voltios.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Tiempo máximo de disparo: 0,7 segundos
- Sistema de puesta a tierra del neutro
- Intensidad máxima de defecto: 400 A

4.4 GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

Es un sistema que permite cuantificar a efectos de uso, la carga necesaria para el empleo de la electricidad. La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar. La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Se establecen los siguientes grados de electrificación.

4.4.1 Electrificación básica

Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación. Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

Circuitos independientes:

- C1: Circuito de distribución interna destinado a alimentar todos los puntos de luz de la vivienda.
- C2: Circuito de distribución interna destinado a alimentar tomas de corriente de uso general y del frigorífico.
- C3: Circuito de distribución interna destinado a alimentar tomas de corriente de cocina y horno.
- C4: Circuito de distribución interna destinado a alimentar de las tomas de corriente de la lavadora, lavavajillas y calentador (termo eléctrico).
- C5: Circuito de distribución interna destinado a alimentar de las tomas de corriente de los baños, y tomas auxiliares de cocina.

4.4.2 Electrificación elevada

Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica que obligue a instalar más de un circuito de los descritos en ésta o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire, o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m², o con cualquier combinación de los casos anteriores.

En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

- C6: Circuito adicional del tipo C₁, por cada 30 puntos de luz.
- C7: Circuito adicional del tipo C₂, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m².
- C8: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
- C9: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.
- C10: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.
- C11: Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.
- C12: Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C₃ o C₄, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C₅, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

4.5 PREVISIÓN DE POTENCIAS

Toda la instalación eléctrica se proyecta en base a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T.) e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, así como sus modificaciones vigentes.

En previsión de que se utilicen sistemas de acondicionamiento de aire, se prevé, según establece la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T.), que todas las viviendas tengan un grado de electrificación elevada.

En definitiva, todas las viviendas tendrán un grado de electrificación elevada: 9200 W

4.5.1 Viviendas

Teniendo en cuenta lo establecido en la ITC-BT-10, la previsión de cargas correspondientes al conjunto de las viviendas será la siguiente:

- Portal A – 19 viviendas
- Portal B – 8 viviendas
- Portal C – 17 viviendas
- Portal D – 17 viviendas
- Portal E – 8 viviendas
- Portal F – 17 viviendas

Total 86 viviendas.

Aplicando el índice de simultaneidad para casos del número de viviendas mayores a 21.

$$15.3 + (n - 21) \cdot 0.5 = 15.3 + (86 - 21) \cdot 0.5 = 47.8$$

$$47.8 \cdot 9.2 = 439,76 \text{ kW}$$

TOTAL CARGA PREVISTA EN VIVIENDAS = 439,76 kW

4.5.2 Servicios comunes

Comprende toda la carga correspondiente a los elementos del edificio y de cada portal, desglosándose de la siguiente forma:

Tabla 1. Potencia Prevista en Servicios Comunes de los Diferentes Portales

SERVICIOS COMUNES DE PORTAL (Portal A):	POTENCIA (W)
Alumbrado escaleras plantas sobre rasante, 8 plafones de techo de 100 W y un aplique de escalera de 100 W	900
Alumbrado emergencia escaleras, zonas comunes plantas de piso, cuarto contadores eléctrico y acceso portal, 17 aparatos de 6 W x 1,8.	184
Alumbrado zonas comunes planta de piso, 12 halógenos de 50 W/12 V	600
Tomas de corriente en plantas y cuarto contadores eléctrico, 7 tomas de 16 A	3.300

Alumbrado acceso portal planta baja y cuarto de contadores eléctricos, 11 halógenos de 50 W/12 V y una pantalla fluorescente 2 x 36 W x 1,8	680
Portero automático	300
Alimentación a Cuadro Secundario Ascensor en planta cuarta (CSASC-A):	7.860
- <i>Máquina ascensor</i>	7.500
- <i>Alumbrado camarín ascensor, 6 puntos de luz de 60 W cada uno</i>	360
TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTAL A	13.824

SERVICIOS COMUNES DE PORTAL (Portal B):	POTENCIA (W)
Alumbrado escaleras plantas sobre rasante, 12 plafones de techo de 100 W y un aplique de escalera de 100 W	1.200
Alumbrado emergencia escaleras, zonas comunes plantas de piso, cuarto contadores eléctrico y acceso portal, 19 aparatos de 6 W x 1,8.	205
Alumbrado zonas comunes planta de piso, 8 halógenos de 50 W/12 V	400
Tomas de corriente en plantas y cuarto contadores eléctrico, 7 tomas de 16 A	3.300
Alumbrado acceso portal planta baja y cuarto de contadores eléctricos, 10 halógenos de 50 W/12 V y una pantalla fluorescente 2 x 36 W x 1,8	560
Portero automático	300
Alimentación a Cuadro Secundario Ascensor en planta cuarta (CSASC-A):	7.860
- <i>Máquina ascensor</i>	7.500
- <i>Alumbrado camarín ascensor, 6 puntos de luz de 60 W cada uno</i>	360
TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTAL B	13.825

SERVICIOS COMUNES DE PORTAL (Portal C):	POTENCIA (W)
Alumbrado escaleras plantas sobre rasante, 8 plafones de techo de 100 W y un aplique de escalera de 100 W	900
Alumbrado emergencia escaleras, zonas comunes plantas de piso, cuarto contadores eléctrico y acceso portal, 17 aparatos de 6 W x 1,8.	184
Alumbrado zonas comunes planta de piso, 12 halógenos de 50 W/12 V	600
Tomas de corriente en plantas y cuarto contadores eléctrico, 7 tomas de 16 A	3.300
Alumbrado acceso portal planta baja y cuarto de contadores eléctricos, 10 halógenos de 50 W/12 V y una pantalla fluorescente 2 x 36 W x 1,8	560
Portero automático	300
Alimentación a Cuadro Secundario Ascensor en planta cuarta (CSASC-A):	7.860
- <i>Máquina ascensor</i>	7.500
- <i>Alumbrado camarín ascensor, 6 puntos de luz de 60 W cada uno</i>	360
TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTAL C	13.704

SERVICIOS COMUNES DE PORTAL (Portal D):	POTENCIA (W)
Alumbrado escaleras plantas sobre rasante, 8 plafones de techo de 100 W y un aplique de escalera de 100 W	900

Alumbrado emergencia escaleras, zonas comunes plantas de piso, cuarto contadores eléctrico y acceso portal, 17 aparatos de 6 W x 1,8.	184
Alumbrado zonas comunes planta de piso, 12 halógenos de 50 W/12 V	600
Tomas de corriente en plantas y cuarto contadores eléctrico, 7 tomas de 16 A	3.300
Alumbrado acceso portal planta baja y cuarto de contadores eléctricos, 10 halógenos de 50 W/12 V y una pantalla fluorescente 2 x 36 W x 1,8	560
Portero automático	300
Alimentación a Cuadro Secundario Ascensor en planta cuarta (CSASC-A):	7.860
- Máquina ascensor	7.500
- Alumbrado camarín ascensor, 6 puntos de luz de 60 W cada uno	360
TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTAL D	13.704

SERVICIOS COMUNES DE PORTAL (Portal E):	POTENCIA (W)
Alumbrado escaleras plantas sobre rasante, 12 plafones de techo de 100 W y un aplique de escalera de 100 W	1.200
Alumbrado emergencia escaleras, zonas comunes plantas de piso, cuarto contadores eléctrico y acceso portal, 19 aparatos de 6 W x 1,8.	205
Alumbrado zonas comunes planta de piso, 8 halógenos de 50 W/12 V	400
Tomas de corriente en plantas y cuarto contadores eléctrico, 7 tomas de 16 A	3.300
Alumbrado acceso portal planta baja y cuarto de contadores eléctricos, 10 halógenos de 50 W/12 V y una pantalla fluorescente 2 x 36 W x 1,8	560
Portero automático	300
Alimentación a Cuadro Secundario Ascensor en planta cuarta (CSASC-A):	7.860
- Máquina ascensor	7.500
- Alumbrado camarín ascensor, 6 puntos de luz de 60 W cada uno	360
TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTAL E	13.825

SERVICIOS COMUNES DE PORTAL (Portal F):	POTENCIA (W)
Alumbrado escaleras plantas sobre rasante, 8 plafones de techo de 100 W y un aplique de escalera de 100 W	900
Alumbrado emergencia escaleras, zonas comunes plantas de piso, cuarto contadores eléctrico y acceso portal, 17 aparatos de 6 W x 1,8.	184
Alumbrado zonas comunes planta de piso, 12 halógenos de 50 W/12 V	600
Tomas de corriente en plantas y cuarto contadores eléctrico, 7 tomas de 16 A	3.300
Alumbrado acceso portal planta baja y cuarto de contadores eléctricos, 10 halógenos de 50 W/12 V y una pantalla fluorescente 2 x 36 W x 1,8	560
Portero automático	300
Alimentación a Cuadro Secundario Ascensor en planta cuarta (CSASC-A):	7.860
- Máquina ascensor	7.500
- Alumbrado camarín ascensor, 6 puntos de luz de 60 W cada uno	360
TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTAL F	13.704

TOTAL SERVICIOS COMUNES DE PORTALES 68.882

Tabla 2. Potencia Prevista Para Servicios Comunes de Urbanización

SERVICIOS COMUNES URBANIZACIÓN (CG-SCU) planta baja de portal D (cuarto de consejería):	POTENCIA (W)
Alimentación a Cuadro Secundario de Grupos de Presión de Agua Sanitaria en planta sótano de Escalera D (CSU-GP) :	22.706
- 2 Bombas de 7,5 CV (una en reserva) para grupo de presión 1	11.040
- 2 Bombas de 5,5 CV (una en reserva) para grupo de presión 2	8.096
- 2 Luminaria fluorescente de 2 x 36 W x 1,8	259
- 2 Tomas de corriente de 16 A	3.300
- 1 Aparato autónomo de alumbrado de emergencia de 6W x 1,8	11
Alimentación a Cuadro Secundario de energía solar de portales A y B (CS-ES A y B), en cuarto de energía solar de planta sótano del portal B:	6.261
- 2 Bombas de circuito primario de 245 W (una en reserva)	490
- 2 Bombas de circuito secundario de 90 W (una en reserva)	180
- 2 Bombas de circuito distribución de ACS para portal A de 300 W (una en reserva)	600
- 2 Bombas de circuito distribución de ACS para portal B de 300 W (una en reserva)	600
- 1 Bomba de llenado de circuito primario de 750 W	750
- Central de control instalación de energía solar	200
- Alumbrado ordinario cuarto de energía solar, 1 luminaria fluorescente de 2 x 36 W x 1,8	130
- Alumbrado de emergencia cuarto de energía solar, 1 aparato autónomo de 6 W x 1,8	11
- Tomas de corriente de cuarto de energía solar, 2 tomas de 16 A	3.300
Alimentación a Cuadro Secundario de energía solar de portales C y D (CS-ES C y D), en cuarto de energía solar de planta sótano del portal C:	6.332
- 2 Bombas de circuito primario de 245 W (una en reserva)	490
- 2 Bombas de circuito secundario de 90 W (una en reserva)	180
- 2 Bombas de circuito distribución de ACS para portal A de 300 W (una en reserva)	600
- 2 Bombas de circuito distribución de ACS para portal B de 300 W (una en reserva)	600
- 1 Bomba de llenado de circuito primario de 750 W	750
- Central de control instalación de energía solar	200
- Alumbrado ordinario cuarto de energía solar, 1 luminaria fluorescente de 2 x 36 W x 1,8 y 1 punto de luz incandescente de 60W	190
- Alumbrado de emergencia cuarto de energía solar, 2 aparato autónomo de 6 W x 1,8	22
- Tomas de corriente de cuarto de energía solar, 2 tomas de 16 A	3.300
Alimentación a Cuadro Secundario de energía solar de portales E y F (CS-ES E y F), en cuarto de energía solar de planta sótano del portal F:	6.261
- 2 Bombas de circuito primario de 245 W (una en reserva)	490

- 2 Bombas de circuito secundario de 90 W (una en reserva)	180
- 2 Bombas de circuito distribución de ACS para portal A de 300 W (una en reserva)	600
- 2 Bombas de circuito distribución de ACS para portal B de 300 W (una en reserva)	600
- 1 Bomba de llenado de circuito primario de 750 W	750
- Central de control instalación de energía solar	200
- Alumbrado ordinario cuarto de energía solar, 1 luminaria fluorescente de 2 x 36 W x 1,8	130
- Alumbrado de emergencia cuarto de energía solar, 1 aparato autónomo de 6 W x 1,8	11
- Tomas de corriente de cuarto de energía solar, 2 tomas de 16 A	3.300
Alimentación a cuadro secundario de instalación de servicio de telecomunicaciones (RITI y RITS) ubicados en portal B (CSU-ICT 1)	5.081
- Elementos de instalación de I.C.T	1.500
- Alumbrado ordinario y de emergencia de R.I.T.I. y R.I.T.S., 2 pantallas fluorescentes de 2 x 36 W x 1,8 y 2 equipos autónomos de emergencia de 6 W x 1,8	281
- Tomas de corriente en cuartos, 4 tomas de 16 A	3.300
Alimentación a cuadro secundario de instalación de servicio de telecomunicaciones (RITI y RITS) ubicados en portal E (CSU-ICT 2)	5.081
- Elementos de instalación de I.C.T	1.500
- Alumbrado ordinario y de emergencia de R.I.T.I. y R.I.T.S., 2 pantallas fluorescentes de 2 x 36 W x 1,8 y 2 equipos autónomos de emergencia de 6 W x 1,8	281
- Tomas de corriente en cuartos, 4 tomas de 16 A	3.300
Alumbrado soportal portales A, B y C, 18 puntos de luz downlight de 2 x 18 W x 1,8	1.166
Alumbrado soportal portales C y D, 17 puntos de luz downlight de 2x 18 W x 1,8	1.102
Alumbrado soportal portales E y F, 17 puntos de luz downlight de 2x 18 W x 1,8	1.102
Alumbrado de cuarto de conserje en planta baja, cuarto de útiles de limpieza en sótano y cuartos de basuras en planta baja, 2 pantallas fluorescentes de 2 x 36 W x 1,8 y 4 puntos de luz incandescentes de 60 W	499
Alumbrado de emergencia de cuarto de conserje, cuarto de útiles de limpieza, cuartos de basuras, 5 equipos autónomos de 6 W x 1,8	54
Tomas de corriente en cuarto de conserje, cuarto de útiles de limpieza y cuartos de basuras, 7 tomas de 16 A	3.300
Porteros automáticos comunidad, porteros automáticos para los 6 portales	300
Alumbrado circundante zona ajardinada de parcela, 41 balizas IP55 de polímero técnico con lámpara fluorescente compacta integrada de 25 W x 1,8 (IEP JR2) (4 circuitos diferentes de 12, 7, 16 y 6 balizas)	2.070
Alumbrado de parte de la zona común exterior desde la fachada interior de la edificación mediante 9 luminarias de vapor de sodio de alta presión de 150 W x 1,8 (divididas en 2 circuitos de 4 y 5 luminarias respectivamente) en brazo mural	2.430
Estaciones de riego (4 electroválvulas y 1 programador horario para goteo)	500

TOTAL CARGA PREVISTA SERVICIOS COMUNES DE URBANIZACIÓN	64.245 W
---	-----------------

Tabla 3. Potencia Prevista para Servicios Comunes de Garaje

SERVICIOS COMUNES DE GARAJE (CG-SCG) en vestíbulo de desembarque del ascensor y escalera de bajada desde portal C	POTENCIA (W)
Alimentación a Cuadro Secundario de subsistema 1 de ventilación forzada de planta sótano (CS-VF1), en vestíbulo de acceso a garaje desde vestíbulo de desembarque del ascensor y escalera del portal B:	7.840
- Electroventilador de 2,2 kW	2.200
- Electroventilador de 2,2 kW	2.200
- Alumbrado de cuarto (ordinario y de emergencia), con 1 pantalla fluorescente estanca de 2 x 36 W x 1,8 y 1 equipo autónomo de 6 W x 1,8	140
- Tomas de corriente en cuarto, 2 tomas de 16 A	3.300
Alimentación a Cuadro Secundario de subsistema 2 de ventilación forzada de planta sótano (CS-VF2), en vestíbulo de acceso a garaje desde vestíbulo de desembarque del ascensor y escalera del portal E:	8.040
- Electroventilador de 2,2 kW	2.200
- Electroventilador de 2,2 kW	2.200
- Alumbrado de cuarto (ordinario y de emergencia), con 1 pantalla fluorescente estanca de 2 x 36 W x 1,8 y 1 equipo autónomo de 6 W x 1,8	140
- Tomas de corriente en cuarto, 2 tomas de 16 A	3.300
- Centralita de Detección de CO de 1 zona para dar servicio a la instalación de ventilación forzada	200
Alimentación a Cuadro Secundario de bombeo de saneamiento enterrado (CS-BOM):	3.980
- 2 Bombas de 2,5 C.V. cada una (una en reserva)	3.680
- Sistema de niveles	200
- Maniobra	100
Circuito 1 de alumbrado ordinario planta de garaje, 13 fluorescentes estancos de 2 x 36 W x 1,8	1.685
Circuito 2 de alumbrado ordinario planta de garaje, 9 fluorescentes estancos de 2 x 36 W x 1,8	1.166
Alumbrado de rampa de subida de garaje, 8 fluorescentes estancos de 1 x 58 W x 1,8	835
Circuito 1 de alumbrado permanente planta de garaje, 3 fluorescentes estancos de 2 x 36 W x 1,8	389
Circuito 2 de alumbrado permanente planta de garaje, 6 fluorescentes estancos de 2 x 36 W x 1,8	778
Alumbrado de emergencia planta de garaje, 19 aparatos de 8 W x 1,8 en calles de circulación y 6 aparatos de 6 W x 1,8 en salidas de emergencia	338
Alumbrado ordinario y de emergencia de las salidas peatonales del garaje a través de escalera y/o ascensor de portales A y B, 9 plafones de techo	997

incandescente de 100 W cada uno y 9 equipos autónomos de emergencia de 6 W x 1,8 cada uno	
Alumbrado ordinario y de emergencia de las salidas peatonales del garaje a través de escaleras y/o ascensores de portales C y D, 8 plafones de techo incandescente de 100 W cada uno y 8 equipos autónomos de emergencia de 6 W x 1,8 cada uno	886
Alumbrado ordinario y de emergencia de las salidas peatonales del garaje a través de escaleras y/o ascensores de portales E y F, 9 plafones de techo incandescente de 100 W cada uno y 9 equipos autónomos de emergencia de 6 W x 1,8 cada uno	997
Detección de incendios (centralita en consejería portal D en planta baja)	200
Tomas de corriente en garaje (4 tomas estancas de 16 A)	3.300
Sistema de apertura automática de puerta de acceso / salida de vehículos a la parcela desde el exterior de la misma	500
Sistema de apertura automática de puerta de acceso / salida de vehículos del garaje, al final de rampa, en planta sótano	500
Sistema de semáforo para acceso / salida del garaje, 1 semáforo en sótano y otro en planta baja	200
TOTAL CARGA PREVISTA SERVICIOS COMUNES DE GARAJE (CONDICIONES REALES)	32.631

Para la previsión de cargas totales se incluirá en servicios comunes de garaje la potencia necesaria para la alimentación de vehículos eléctricos.

Tabla 4. Potencia Prevista Para Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos

Alimentación a recarga de vehículos eléctricos (CS-RVE):	33.120
- 9 plazas aparcamiento con recarga (10% de las 88 plazas totales del garaje), con potencia de 3,68 kW cada una, en monofásica (16 A)	33.120

Servicios comunes garaje: $33120 + 32631 = 65751$ W

La previsión de carga correspondiente a garajes se calculará, según establece la ITC-BT-10, considerando un mínimo de 20 W por metro cuadrado para garajes con ventilación forzada, con un mínimo de 3.450 W. Por lo tanto, en nuestro caso, con una superficie útil aproximada del garaje de 1.998 m², tendremos:

- Previsión de carga mínima (por cálculo según superficie) = $20 \times 1.998 = 39.960 + 33.120$ (carga V.E.) = 73080 W

Atendiendo al caso más restrictivo, tenemos que:

TOTAL CARGA PREVISTA SERVICIOS COMUNES DE GARAJE = 73080 W

4.5.3 Locales comerciales

Conforme establece la instrucción técnica ITC-BT-10 del R.E.B.T., se preverá en locales comerciales una carga equivalente a 100 W/m^2 , con un mínimo por local de 3.450 W , con coeficiente de simultaneidad 1.

Como la superficie útil destinada a los locales comerciales proyectados es aproximadamente de $63,75 \text{ m}^2$ para cada uno, la carga total prevista para dichos locales será de:

Locales Comerciales	Potencia (W)
Carga prevista local comercial 1	6.375
Carga prevista local comercial 2	6.375
Total Carga Prevista Locales Comerciales	12.750

Debido a que se prevén dos locales comerciales diferenciados, se proyectarán dos derivaciones individuales para los mismos, con una carga prevista de 6.375 W en cada uno.

4.5.4 Previsión estimada de cargas del edificio

El total de las cargas calculadas sin coeficientes de simultaneidad se resume en:

Tabla 5. Previsión estimada de cargas del edificio

Previsión Cargas del Edificio	Potencia Prevista (W)	Puntos Suministro	Potencia Total (W)
86 Viviendas	9200	86	791200
Servicios Comunes 6 Portales:			
• Portal A	13824	1	13824
• Portal B	13825	1	13825
• Portal C	13704	1	13704
• Portal D	13704	1	13704
• Portal E	13825	1	13825
• Portal F	13704	1	13704
Servicios Comunes Urbanización	64245	1	64245
Servicios Comunes Garaje	65751	10	73080
2 Locales Comerciales	6375	2	12750
TOTAL:			1009203

TOTAL PREVISIÓN ESTIMADA DE CARGAS DEL EDIFICIO = $1.009.203 \text{ W}$ = 1.009 kW

4.5.5 Previsión total de cargas del edificio

La previsión total de cargas del edificio será, según establece el R.E.B.T. en la ITC-BT-10, la suma de la carga de viviendas con los coeficientes de simultaneidad aplicados y la total correspondiente a los servicios comunes generales de los edificios y locales comerciales.

Tabla 6. Previsión total de cargas del edificio

Previsión Cargas del Edificio	Potencia Prevista (W)	Puntos Suministro	Potencia Total (W)
86 Viviendas	9200	86	439760
Servicios Comunes 6 Portales:			
<i>Portal A</i>	13824	1	13824
<i>Portal B</i>	13825	1	13825
<i>Portal C</i>	13704	1	13704
<i>Portal D</i>	13704	1	13704
<i>Portal E</i>	13825	1	13825
<i>Portal F</i>	13704	1	13704
Servicios Comunes Urbanización	64245	1	64245
Servicios Comunes Garaje	65751	10	73080
2 Locales Comerciales	6375	2	12750
TOTAL:			665092

TOTAL PREVISIÓN DE CARGAS DEL EDIFICIO = 665.092W = 665 kW

5 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

- T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
- I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

- T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

- S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
- C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

5.1 ESQUEMA TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

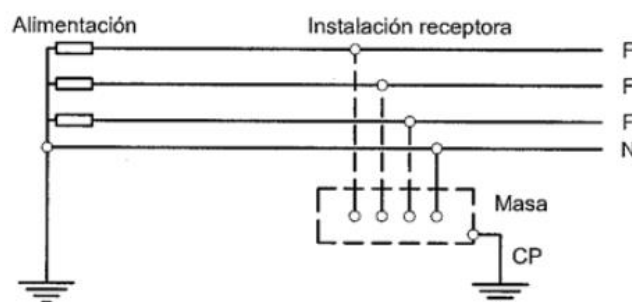


Figura 1. Esquema de distribución tipo TT

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

5.2 ESQUEMA TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección (CP):

Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

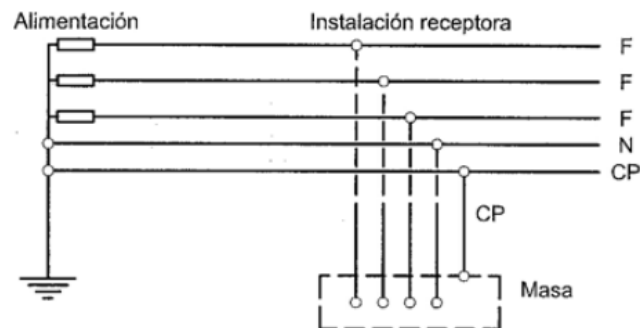


Figura 2. Esquema de distribución tipo TN-S

Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema.

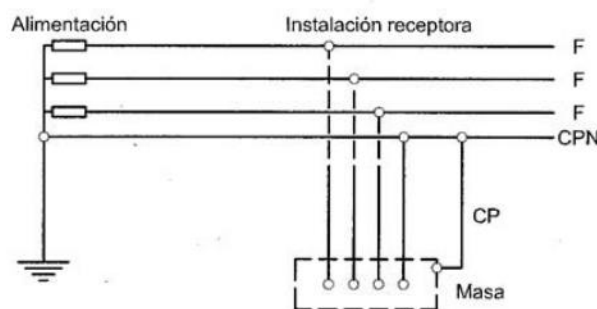


Figura 3. Esquema de distribución tipo TN-C

Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

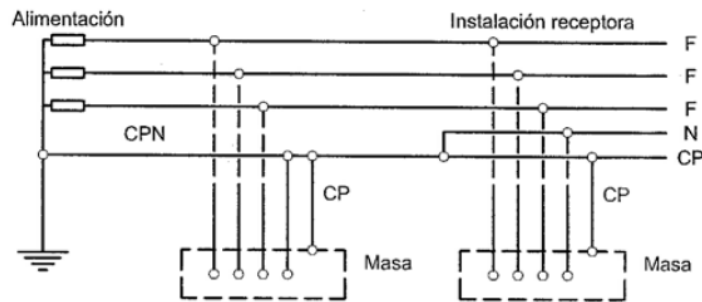


Figura 4. Esquema de distribución tipo TN-C-S

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

5.3 ESQUEMA IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

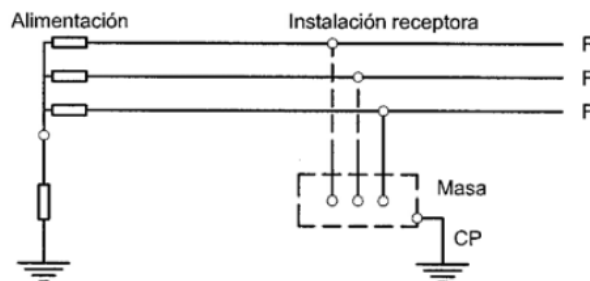


Figura 5. Esquema de distribución tipo IT

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra. En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

5.4 CARACTERÍSTICAS Y PRESCRIPCIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN EN UN ESQUEMA TT

Se elige el esquema TT de distribución por tratarse del más común y debido a que la compañía distribuidora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT este tipo de esquema. Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para la fase y uno para el neutro.

Referenciando a la ITC-BT-24, todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existiera éste, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

- R_A es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia R_A tiene un valor muy bajo. En la práctica, estos dispositivos no son de aplicación para contactos indirectos ya que para alcanzar sin riesgo para las personas una intensidad suficiente para provocar la desconexión del circuito con defecto debería garantizarse de forma fiable y permanente durante toda la vida de la instalación una resistencia R_A extremadamente pequeña.

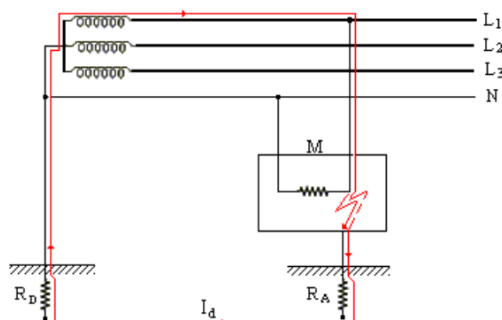


Figura 6. Actuación esquema TT

6 RED DE TIERRAS

6.1 INTRODUCCIÓN A LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN

Las puestas a tierra se establecen con objeto de limitar las tensiones de defecto que puedan producirse. El sistema asegurará la descarga a tierra de la intensidad de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas que puedan producirse por cualquier defecto de la instalación o de la red unida a ella, y permitir la actuación de las protecciones.

La denominación "puesta a tierra" comprende toda ligazón metálica de sección suficiente, directa y sin protección alguna, entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Tiene por objeto conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie de terreno próximo no existan diferencias de potencial peligrosas. Al mismo tiempo debe permitir el paso a tierra de las corrientes de falta o las descargas de origen atmosférico.

En el caso de edificios destinados a viviendas, los sistemas de puesta a tierra están regulados en:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), de 2002 y posteriores modificaciones.
- Normas Tecnológicas de Edificación (NTE) del Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones UNESA.

Todo sistema de puesta a tierra de un edificio consta de las siguientes partes:

- El terreno.
- Electrodo.
- Línea de enlace con tierra.
- Puntos de puesta a tierra.
- Línea principal de tierra.
- Derivaciones de la línea principal de tierra.
- Conductores de protección.

6.1.1 El terreno

El terreno es el encargado de disipar las corrientes de defecto y las descargas atmosféricas. Su característica más relevante es la resistividad, que cuando se expresa en unidades ($\Omega \cdot m$) equivale a la resistencia de un cubo de terreno de 1 m de arista.

En la siguiente tabla, se muestran valores aproximados de resistividad para distintos tipos de terreno.

Tabla 7. Resistividad según tipo de terreno

Resistividad (Ω m)	Tipo de terreno
10 a 100	Terreno orgánico húmedo
100 a 200	Terreno orgánico seco.
400 a 800	Terreno guijoso.
1000 ó más	Terreno rocoso.

En general, la resistividad disminuye:

- Al aumentar la humedad.
- Al aumentar la temperatura.
- Al aumentar la salinidad del terreno.

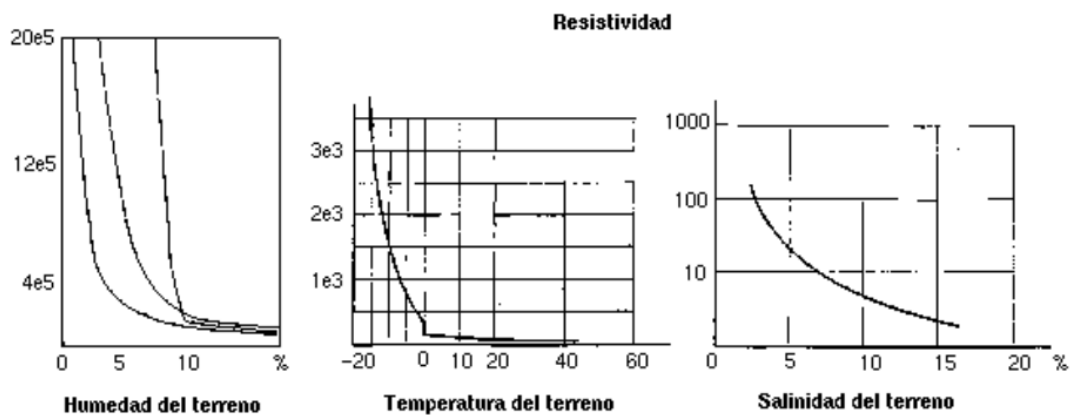


Figura 7. Dependencia de la resistividad con distintos factores.

Estas propiedades permiten reducir provisionalmente la resistividad del terreno, regándolo o disolviendo sales alrededor de los electrodos. Sin embargo, como medida permanente, debe emplearse con precaución ya que el terreno volverá a secarse y las sales desaparecerán por efecto de la lluvia. Por otro lado, la resistencia a tierra permanente no se debe comprobar con el terreno mojado o en días especialmente calurosos, ya que los valores de resistencia medidos serán especialmente bajos.

6.1.2 Electrodos

Un electrodo es una masa metálica, permanente y en buen contacto con el terreno, que facilitará el paso de la corriente eléctrica a tierra. Existen varios tipos de electrodos:

- Picas: son electrodos alargados que se introducen verticalmente en el terreno.
- Placas: son láminas conductoras de forma rectangular que se entierran en posición vertical.
- Conductores enterrados horizontalmente: se entierran a una profundidad mínima de 80 cm, a menudo debajo de la cimentación del edificio.
- Electrodos con otras funciones (vigas, tuberías, revestimientos de conductores...).

Es muy común utilizar combinaciones de varios electrodos, como mallas de conductores enterrados horizontalmente unidos a picas y a los pilares del edificio. En cualquier caso, está prohibido usar como electrodos las canalizaciones de gas, de calefacción central, y las conducciones de desagüe, humos o basuras.

6.1.3 Línea de enlace con tierra

La línea de enlace con tierra es el conductor que conecta los electrodos y el punto de puesta a tierra.

Tanto la línea de enlace con tierra como los electrodos permanecen enterrados. Esto imposibilita cualquier operación de mantenimiento. Por otro lado, deben ser efectivos mientras perdure el edificio. La instalación y la elección de materiales deben llevarse a cabo de forma que queden totalmente exentos de averías en su vida útil.

En particular, deben preverse:

- La corrosión química, función de los metales elegidos y de la naturaleza del terreno.
- El deterioro de las juntas y empalmes. Las uniones deberán efectuarse mediante soldadura. Por facilidad y economía, generalmente se elige la soldadura aluminotérmica.
- La fusión de elementos al paso de la mayor corriente de falta prevista (por ejemplo, un rayo).

6.1.4 Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra constituyen el nexo entre la parte enterrada de la instalación de tierra y la parte que recorre el edificio. Los puntos esenciales se sitúan en:

- Los patios de luces destinados a cuartos de baños, aseos y cocinas.
- Cerca de la centralización de contadores.
- La base de la estructura metálica de los aparatos elevadores.
- El punto de ubicación de la caja general de protección.
- Cualquier local donde se prevea la instalación de servicios generales o especiales que necesiten toma de tierra.

Los puntos de puesta a tierra se alojan en arquetas, que permanecen accesibles para permitir la comprobación de la resistencia a tierra.

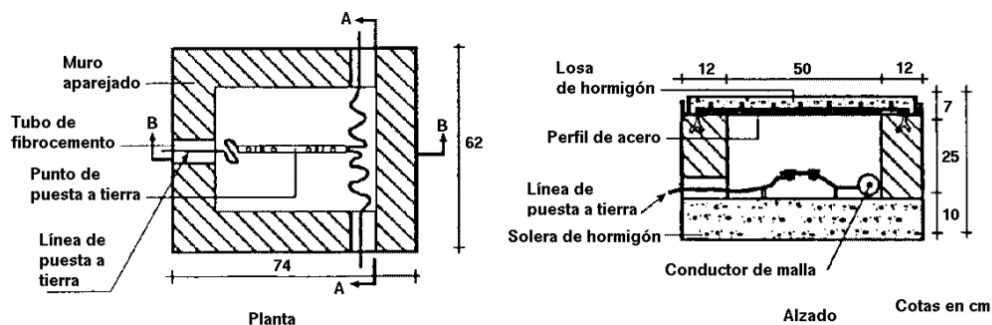


Figura 8. Puntos para la comprobación de la resistencia a tierra.

El conjunto formado por los electrodos, la línea de enlace con tierra y los puntos de puesta a tierra, se denomina toma de tierra.

6.1.5 Línea principal de tierra, derivaciones de la línea principal de tierra y conductores de protección.

Están formadas por los conductores que parten del punto de puesta a tierra, sus derivaciones y los conductores que terminan en las masas metálicas protegidas.

Según la NTE, a través de estos elementos se deben conectar a tierra:

- La instalación de pararrayos, a través de un punto de puesta a tierra propio.
- La instalación de antena colectiva de TV y FM.
- Las estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.
- Las instalaciones de fontanería, gas, calefacción, depósitos, calderas, guías de aparatos elevadores y, en general, todo elemento metálico importante.
- La caja general de protección (no obligatorio según el REBT.).
- Las bases de enchufes eléctricos y las masas metálicas de aseos, baños y cocinas, a través de una red equipotencial, como se muestra en la siguiente figura.

6.2 SIGNIFICADO DE LA RESISTENCIA DE PASO A TIERRA

La resistencia de paso a tierra, también llamada resistencia de tierra, es la relación que existe entre la tensión que alcanza una instalación de puesta a tierra con respecto a un punto de potencial nulo y la corriente que lo recorre. Cuánto más pequeña sea la resistencia de paso a tierra mejor será la protección proporcionada por la instalación de tierra. Supongamos que en un aparato se produce, por ejemplo, una fuga de intensidad de 2 A (suficientemente baja para que no salte el interruptor automático) hacia su carcasa conectada a tierra. Si la resistencia de tierra es de 30 Ω , aparecerá una tensión en la carcasa respecto a tierra de 60 V, mientras que si la resistencia es de 15 Ω , la caída de tensión será sólo de 30 V.

6.3 PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

6.3.1 Instalaciones de puesta a tierra

En los centros de transformación la instalación de puesta a tierra se calcularán mediante el método UNESA de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para CT's de 3ª categoría, mediante el cual se determinan las tensiones de paso y de contacto aplicadas, comprobando que son menores que las admisibles.

Se instalarán dos circuitos independientes en cada centro de transformación:

- Circuito de PaT de protección (de herrajes): Tiene por misión unir a tierra permanentemente las partes metálicas de la instalación que no están normalmente en tensión pero que pudieran estarlo durante una avería

- Circuito de PaT de servicio (de neutro): Tiene por misión unir a tierra temporalmente parte de la instalación normalmente en tensión, o permanentemente ciertos puntos de los circuitos eléctricos de servicio.

6.3.2 Ejecución de la puesta a tierra

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de puesta a tierra, es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno y como consecuencia, las tensiones de paso y contacto resultante de la instalación.

En los centros de transformación de 3ª categoría, el electrodo de puesta a tierra, estará formado por disposiciones lineales para la tierra de servicio y rectangulares para la de protección, realizándose la salida a la calle en cable aislado y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de cables de alimentación del centro.

En la instalación de puesta a tierra y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

- Llevarán un borne accesible para la medida de resistencia a tierra.
- Se unirán al conductor de la línea de tierra previsto.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos, adecuadamente, contra deterioros frente acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se hará mediante derivaciones individuales.
- La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa y/o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista en amperios sea igual o inferior a 50 V.
- No se unirá a la instalación de puesta a tierra, ningún elemento metálico situado en los parámetros exteriores del centro de transformación (puertas, rejillas de ventilación).

6.3.3 Tierra de protección o herrajes del CT

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Es especialmente importante que esta red de tierra sea independiente del resto, sobre todo, para no transferir los posibles problemas de media y alta tensión a la instalación de baja tensión, ya que las faltas en media pueden ser de elevado voltaje.

También se unirá a esta tierra el mallazo equipotencial instalado en el local del Centro de Transformación cubierto además por una capa de hormigón.

6.3.4 Tierra de servicio o del neutro del CT

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

6.3.5 Tierras interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm^2 de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

6.3.6 Unificación de circuitos de tierra de protección y servicio

Los circuitos de tierra de protección y de servicio se establecerán separados, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1000 V, en cuyo caso se establecerán unidas.

Para ello, en la instalación de tierras en el interior del CT, junto a las cajas de registro de seccionamiento de cada circuito, se instalara un puente amovible que permita la unificación en caso de que cumpla lo indicado en el párrafo anterior cuando se realice la comprobación de tensiones de paso y contacto.

6.4 PUESTA A TIERRA EN BAJA TENSIÓN

6.4.1 Tierra de protección de baja tensión

La instalación de tierra será conforme a la ICT-BT-18. Todas las canalizaciones de circuitos a equipos receptores que parten de cuadros de mando y protección llevarán además de los hilos de fase y neutro, el conductor de protección (amarillo-verde), y a este cable se conectarán todos los receptores, incluso y obligatoriamente, las armaduras de las luminarias.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. La profundidad de enterramiento de las tomas de tierra nunca será inferior a 0,50 m.

El cuadro de mando y protección dispondrá de borne de puesta a tierra, que permitirá la conexión de los conductores de protección a la toma de puesta a tierra situada en la centralización de contadores o en la caja general de protección.

El cuadro de mando y protección dispondrá de borne de puesta a tierra, que permitirá la conexión de los conductores de protección a la toma de puesta a tierra situada en la centralización de contadores o en la caja general de protección.

Todos los ascensores deberán disponer de toma de puesta a tierra, así como las centralizaciones de contadores.

6.4.2 Tierra de la estructura del edificio

Se instalará una red perimetral a la estructura del edificio con cable de cobre desnudo de 50 mm^2 , unida a las armaduras de todos los pilares mediante soldaduras aluminotérmicas. Este electrodo llevará intercalado picas de dos metros de longitud y 18 mm de diámetro para mejorar la resistividad natural del terreno, acabando en una arqueta registrable.

La protección contra contactos indirectos está asegurada por medio de diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) que permiten un valor de resistencia a tierra desde el punto de contacto de un máximo de 800 Ohmios en locales o emplazamientos conductores y de 1.600 Ohmios en los demás casos, a fin de que las tensiones de contacto no superen los 24 y 50 V. respectivamente.

6.5 PUESTA A TIERRA CONTRA EL RAYO

La red de puesta a tierra del sistema de protección contra el rayo tiene como objetivo evitar diferencias de potencial peligrosas drenando la corriente del rayo a tierra.

Se realizará mediante bajantes de cable de cobre desnudo de 50 mm^2 y picas de cobre de 2 metro de longitud.

6.6 MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

Una vez ejecutadas las instalaciones de tierra y acabadas las obras del edificio, se comprobarán las tensiones de paso y contacto, en el interior y en el exterior del CT. Para ello se inyectará una intensidad de defecto 10 veces menor a la calculada como defecto, obteniendo los valores de tensiones de paso y contacto minorados 10 veces también. En caso de no cumplir con las especificaciones del diseño se tomarán a juicio de la Dirección de Obra, las siguientes medidas:

- Alfombra aislante en el suelo interior del CT afectado.
- Mejorar el sistema de picas de tierra.

6.7 CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA

6.7.1 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Las tomas de tierra de estos elementos deben, o pueden, ser independientes, por lo cual, los conductores de protección de esta red serán aislados de 0,6/1 kV, en todo su recorrido, hasta la arqueta de enlace con la primera pica correspondiente.

Al ser la intensidad de defecto muy pequeña, la condición requerida de que la tensión de defecto $V_d = R_t \cdot i_d \leq 1000$, se cumplirá fácilmente para los valores posibles de resistencias de puesta a tierra. Es decir, que será posible la unión de las tierras de protección y de servicio.

La sección de los conductores de protección se establece según la tabla que indica la Norma UNE 20.460 5.54 apartado 543.1.1

Tabla 8. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

6.7.2 Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm², si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Según el *punto 5 del artículo 47 del Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre*: Cuando la potencia solicitada de un nuevo suministro sea superior a 100kW, el solicitante deberá reservar un local, para su posterior uso por la empresa distribuidora, de acuerdo con las condiciones técnicas reglamentarias y con las normas técnicas establecidas por la empresa distribuidora y aprobadas por la Administración competente, cerrado y adaptado, con fácil acceso desde la vía pública, para la ubicación de un centro de transformación cuya situación corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea y destinado exclusivamente a la finalidad prevista.

Por lo tanto, según este artículo y dado que el edificio exige de una potencia superior a 100kW, deberemos instalar un centro de transformación, el cual será descrito a continuación.

Dependiendo de su misión y su situación en la red eléctrica, los CT se clasifican según su alimentación, propiedad, emplazamiento y acometida.

Tabla 9. Clasificación CT

Alimentación	CT en punta y CT en paso
Propiedad	CT de empresa y CT de abonado
Emplazamiento	CT intemperie o aéreo y CT de interior
Acometida	CT con acometida aérea y CT con acometida subterránea
Obra civil	CT convencional, CT compacto semienterrado, CT compacto de superficie, CT de maniobra y CT prefabricado

7.1 DISEÑO DEL CT

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su anclaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea propiedad de GAS NATURAL FENOSA, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV cuya tensión más elevada es de 17,5 KV, y una frecuencia de 50 Hz por parte de la compañía suministradora.

Las celdas a emplear serán de la marca Ormazábal, del tipo CGC, compuestas por celdas compactas equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre, como elemento de corte y extinción.

Consiste básicamente en un equipo compacto de MT del sistema CGC, dos celdas de línea y una de protección (RMU), un transformador, un cuadro de Baja Tensión y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares.

El emplazamiento elegido para el CT, deberá permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galerías de servicio, de las canalizaciones subterráneas. Todos los cables subterráneos podrán tenderse hasta una profundidad máxima de 1,40 m. como mínimo. No se permitirán



emplazamientos que obliguen a cruzar espacios privados o comunes situados en el interior de la edificación.

7.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación se instalará para dotar de energía eléctrica al edificio de viviendas que el promotor pretende construir, en terrenos propiedad de la sociedad; en la fachada de dicho edificio, sito en la calle Baños de Valdearados 14, en el distrito del Ensanche de Vallecas, Madrid. Posteriormente **se cederá** sus servicios a la **COMPAÑÍA DE GAS NATURAL FENOSA**.

La línea que alimentará al Centro de Transformación transcurre por una de las aceras de Baños de Valdearados 14, cercana al edificio, la energía será suministrada a la tensión de 15kV trifásica y frecuencia 50Hz mediante líneas subterráneas de alta tensión (15kV) con cable RHZ1 -20L 12/20kV de sección $4 \times 240 \text{ mm}^2$ Al +H -16, canalizado bajo tubo.

El acceso al interior del CT será exclusivo para el personal autorizado por GAS NATURAL FENOSA.

Se trata de un centro de transformación en paso, de ahí que tenga una línea de entrada y otra de salida que va hacia otro centro, con la posibilidad de conectarse a una red lineal o en anillo que en este caso será en anillo por lo que se tiene la ventaja de que se permite la alimentación por los dos caminos, en caso de corte de suministro de uno de ellos se podría seguir suministrando energía, mientras que en la red lineal esto no sería posible.

7.2.1 Justificación de la necesidad o no de estudio de impacto ambiental

Al ubicarse en la planta baja de un edificio y por las características propias del mismo (acometidas eléctricas subterráneas, local cerrado, etc.) no se prevé la necesidad de realizar un estudio de impacto ambiental.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL LOCAL DESTINADO AL CT

El centro de Transformación será construido de obra civil y albergará toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos. Se ubicará en un local con acceso desde la calle con una superficie de 2,52x 3,00 m, con una altura de más de 2,50 m, donde se instalará el centro de transformación.

Para el diseño se han observado todas las normativas aplicables para este tipo de construcciones, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesorios, etc.

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.

- La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

7.3.1 Características constructivas

A. *Características generales*

No contendrá canalizaciones ajenas al CT, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc. Será construido enteramente con materiales no combustibles. Y los elementos delimitadores del CT (muros, tabiques, cubiertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con a la Norma UNE 23727.

B. *Muros o tabiques exteriores*

Las paredes serán de muro de ladrillo macizo de 1 pie de espesor enfoscado y pintado.

C. *Tabiques interiores*

Los tabiques interiores, en función de su uso, deberán presentar la suficiente resistencia mecánica. Sus cantos libres, cuando tengan que servir de apoyo a la aparamenta, quedarán rematados con perfiles en U y presentarán la debida solidez para absorber los esfuerzos y vibraciones. Se preverá la sujeción en los mismos de los herrajes, bastidores, paso de canalizaciones, etc.

D. *Suelo*

El acabado de la solera se hará con una capa de mortero de cemento de composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión. Estará elevada 0,2 m sobre el nivel exterior cuando éste sea inundable.

Al realizar el suelo y, en general la obra civil, se deberán tener en cuenta el empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, mallas de tierra, etc.

E. *Acabados*

El acabado de la albañilería tendrá las características siguientes:

Paramentos interiores: Raseo con mortero de cemento fratasado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.

Paramentos exteriores: Se realizará de acuerdo con el resto del edificio.

El pavimento será de cemento continuo bruñido y ruleteado y el acabado de los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT deberá garantizar un adecuado comportamiento frente a la oxidación.

F. Canalizaciones

Las canalizaciones subterráneas enlazarán con el CT de forma que permitan el tendido directo de cables a partir de la vía de acceso o galería de servicios.

Los cables de alta tensión entrarán bajo tubo en el CT, llegando a la celda correspondiente por canal o tubo. Estos tubos tendrán un diámetro exterior de 160 mm, y superficie interna lisa.

En los tubos no se admitirán curvaturas. En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

En los CT, se establecerá un sistema de fosos o canales, para facilitar el acceso de los cables de alta tensión a celdas y transformadores.

G. Puerta

La puerta será metálica, de apertura hacia el exterior un ángulo de al menos 90°, llevará una placa de riesgo eléctrico y se cerrará mediante llave con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del Centro de Transformación.

La puerta estará a una cota de 0,30m sobre el suelo del Centro, con lo que obtendremos un receptáculo que servirá para la recogida de posibles derrames de fluido e impida la salida o entrada.

7.4 APARAMENTA ELÉCTRICA DE MT Y BT

7.4.1 Hexafloruro de Azufre

Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de cada celda metálica estanca rellena de Hexafloruro de Azufre como elemento aislante. Como su fórmula indica, consiste en seis átomos de Flúor enlazados en torno a uno central de Azufre. Se trata de un gas inerte, unas cinco veces más pesado que el aire. No es tóxico ni inflamable pero es asfixiante y posee un color y olor característicos. Es estable en condiciones normales, y al exponerlo a elevadas temperaturas se descompone dando lugar a productos tóxicos los cuales pueden ser corrosivos en presencia de humedad.

Una de sus principales características es su elevada constante dieléctrica, por lo cual es empleado como gas aislante en numerosos equipos para la distribución eléctrica, como es en este caso.

Las propiedades físicas de dicho compuesto son:

- Peso molecular: 146,06 g/mol.
- Temperatura Sublimación: -63,9 °C
- Presión Vapor (20 °C): 22,77 Atm.
- Temperatura Crítica: 45,5 °C.

- Presión Crítica: 37,1 Atm.
- Densidad de gas (20 °C, 1 Atm): 6,16 g/l.
- Densidad Líquido (P.Sat, -50° C): 1,91 Kg/l.
- Densidad Líquido (21 °C): 1,371 g/ml. Grado Estabilidad Térmica: Hasta 800 °C.
- Solubilidad en agua (10 °C, 1 Atm): 0,0076 m/ml H₂O.
- Calor latente de Vaporización: 38,6 cal/g.

7.4.2 Composición del conjunto compacto CGMCosmo (ORNAZABAL).

Se utilizará un sistema CGMCosmos celdas compactas. En concreto el 2LP (RMU) es un equipo compacto para Media Tensión de reducidas dimensiones, incorpora tres funciones por cada módulo; con dos funciones de línea (entrada y salida) y una función de protección con fusibles en una única cuba de gas SF₆ en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado Extensibilidad: Derecha, izquierda, ambos lados o ninguno se realiza mediante el sistema Ormalink.

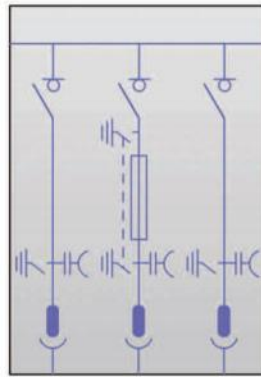


Figura 9. Esquema unifilar sistema compacto 2LP. Extensible

El conexionado entre los diversos módulos es posible gracias a un sistema patentado por Ormazabal denominado Ormalink permitiendo la unión del embarrado de las celdas y sin necesidad de reponer gas SF₆.

En el caso de este proyecto, se cederá la explotación del centro de transformación a la empresa suministradora, por lo que no es necesario instalar un centro de seccionamiento puesto que la aparamenta de MT y el cuadro de baja tensión sito en el local del centro de transformación será propiedad de la Cía y podrían maniobrar desde dicha instalación.

7.4.3 Características de la aparamenta de MT.

Las partes que componen las celdas elegidas en el proyecto son:

- Base y Frente
- Cuba
- Compartimento de barras

- Compartimento de cables
- Compartimento de control
- Zona de maniobra

A. Base y frente

La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base, que soporta todos los elementos que integran la celda. La altura y diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso.

La parte frontal está pintada e incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la misma y los accesos a los accionamientos del mando.

En la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables. Aunque la tapa de los mandos es única, los compartimientos de los cables son individuales para cada posición, de forma que se puede trabajar sin peligro en uno de ellos aunque las otras posiciones estén en tensión.

B. Cuba

La cuba, de acero inoxidable, contiene el interruptor, el embarrado y portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares.

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda la vida útil de la celda, sin necesidad de reposición de gas. Para la comprobación de la presión en su interior se puede incluir un manómetro visible desde el exterior de la celda.

La cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del centro de transformación. El embarrado incluido en la cuba está dimensionado para soportar, además de la intensidad asignada, las intensidades térmica y dinámica asignadas.

C. Compartimiento de barras

El compartimiento de barras cuya función es la unión eléctrica mediante el embarrado, está diseñado para soportar un arco interno en su interior de 25 kA/1s. Se sitúa en la parte superior de la celda, separado de la cuba, aloja al embarrado, formado por un conjunto ensayado en fábrica, separado por fases, mediante placas metálicas puestas a tierra (metal-clad), presentando además un aislamiento sólido y apantallado, puesto a tierra a través de la pletina colectora de tierras específica del compartimiento.

D. Compartimiento de cables

El compartimiento de cables, que permite el acceso frontal a los cables de media tensión, se encuentra ubicado en la zona inferior de la celda, disponiendo de una tapa enclavada con el sistema de puesta a tierra.

Bajo pedido, este compartimiento se suministra preparado para soportar un arco interno en bornas de 25 kA/1s, verificando los criterios de la norma IEC 62271- 2000. La base permite alojar en su interior, opcionalmente, los siguientes elementos:

- Conjunto de segregación de fases.
- Hasta cuatro bornas apantalladas de conexión reforzada (atornillables) por fase.
- Bridas de sujeción para los cables de media tensión.
- Pletinas de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad coloidales.
- Transformadores de tensión enchufables.
- Autoválvulas.

La conexión a tierra de todos los elementos que constituyen la envolvente se realiza por medio de un conductor constituido por una pletina de cobre de 250 mm² diseñada para soportar la intensidad de corta duración asignada, permitiendo la introducción o extracción de los cables de MT con sus terminales correspondientes, sin necesidad de desmontarla.

E. Interruptor/ seccionador/ seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGC tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación del interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesta a tierra).

Estos elementos son de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento del operario.

El corte de la corriente se produce en el paso del interruptor de conectado a seccionado, empleando la velocidad de las cuchillas y el soplado de SF₆.

F. Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Aunque están bajo la misma tapa son independientes.

Mandos para el interruptor automático

- **RAV (Manual):** Se caracteriza porque la operación de carga de resortes se realiza, mediante una palanca simultáneamente para la doble maniobra de cierre y apertura.

- **RAMV (Motorizado):** Es análogo al mando RAV, pero en éste las operaciones de carga de muelles las realiza un motor.

Mandos para el interruptor de tres posiciones

- **B (Manual):** Cada maniobra la debe realizar directamente el operario mediante una palanca de accionamiento.
- **BR (Manual con Retención):** Es similar al mando B, pero en éste, tras el cierre del interruptor, hay que cargar el resorte de apertura. Ésta se puede ejecutar mediante pulsador, por medio de la bobina de apertura, por acción de los fusibles, o mediante el disparador del RPTA.
- **BM (Motorizado):** Además de las funciones del mando B, se pueden realizar todas las operaciones con un motor (MOTORIZACIÓN, TELEMANDO Y AUTOMATISMOS).
- **AR (Acumulación):** Su funcionamiento es similar al mando BR, pero la operación de cierre y carga de muelles se realiza en una sola maniobra.

7.4.4 Descripción de valores característicos

Tensión asignada

La tensión asignada indica el límite superior de la tensión más elevada de la red para la cual está prevista dicha aparatenta. Este valor no tiene en cuenta las variaciones transitorias debidas, por ejemplo, a maniobras en la red, ni a las variaciones por condiciones anormales, como fallos y averías.

Nivel de aislamiento asignado

El nivel de aislamiento asignado de un aparato de conexión se elegirá de entre los valores indicados en la Tabla 35, correspondientes a las condiciones atmosféricas normales de referencia (temperatura, presión, humedad) dependiendo de las tensiones asignadas. Para tensiones asignadas hasta 24kV, como es nuestro caso, la elección entre las cuatro opciones de cada tensión deberá hacerse considerando el grado de exposición a las sobretensiones del rayo y de la maniobra, el tipo de puesta a tierra del neutro de la red, y en su caso, el tipo de protección contra sobretensiones.

Frecuencia asignada

El valor normal de la frecuencia asignada a los aparatos de conexión tripolares es de 50 Hz.

Intensidad asignada en servicio continuo

La intensidad asignada en servicio continuo de un aparato de conexión es el valor eficaz de la corriente que es capaz de soportar indefinidamente en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

Intensidad admisible asignada en corta duración

Es el valor eficaz de la corriente que puede soportar un aparato mecánico de conexión en posición de cierre durante un corto período de tiempo especificado (cortocircuito), y en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

Valor de cresta de la intensidad admisible asignada

Es el valor de pico de la primera oscilación de la primera amplitud de la corriente de corta duración admisible que un aparato mecánico de conexión puede soportar en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

El valor normal de cresta de la intensidad admisible es igual a 2,5 veces el valor de la intensidad de corta duración admisible en equipos de Alta Tensión, como menciona la norma UNE 60071.

Duración de cortocircuito asignado

Es el intervalo de tiempo durante el cual, un aparato mecánico de conexión, en posición de cierre, puede soportar la intensidad asignada de corta duración admisible.

El valor normal de la duración de cortocircuito asignada es de 1 segundo. Si es necesario un valor superior a 1 segundo, se recomienda el valor de 3 segundos.

Poder de corte asignado

El poder de corte es la aptitud que posee un aparato de maniobra de circuitos para interrumpir la corriente. Tanto para las corrientes normales de operación del circuito (interruptores), como para las corrientes de cortocircuitos (interruptores automáticos).

El poder de corte se expresa en valor eficaz.

Poder de cierre asignado

El poder de cierre de un aparato de maniobra es la capacidad que tiene el aparato para establecer la corriente sin destrucción. Para las corrientes normales de operación del circuito (interruptores), el poder de cierre se expresa en valor eficaz. Para las corrientes de cortocircuito (interruptores, interruptores automáticos y seccionadores de puesta a tierra) el poder de cierre se corresponde con el valor de cresta de la corriente asignada en cortocircuito.

Interconexiones de media tensión

Se realizarán con conductores unipolares de AL 12/20 KV y 240 mm² de sección, discurriendo por las canalizaciones previstas para tal fin en el subsuelo de la prefabricado.

7.4.5 Tipos de celda

En este proyecto se instalarán las celdas del fabricante Ormazabal, que forman módulos compactos de reducidas dimensiones. Según la funcionalidad que se desee instalar se puede encontrar diversas tipologías de celdas:

A. Celdas de línea:

Son las celdas que se emplean para las operaciones de maniobra en media tensión, conectadas a los conductores de entrada o salida que constituyen el circuito de alimentación al CT

Modelo: CGMcosmos-L

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 400 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas: Ancho: 365 mm, Fondo: 735 mm, Alto:1300 mm.
- Mando interruptor: Manual tipo B

B. Celdas de protección:

Según el elemento a proteger podemos encontrar los siguientes tipos de celdas:

Celda de protección con fusibles

Modelo: CGMcosmos-P

Su función es proteger el transformador.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x63 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte Corriente principalmente activa: 200 A

- Características físicas: Ancho: 470 mm, Fondo: 750 mm, Alto: 1740 mm.

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados [8]

Celda de protección con interruptor automático

Su función es de maniobra y protección de los transformadores, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Modelo: CGMcosmos-V

Consta de un interruptor-seccionador automático tripolar de 400 A para 24 kV equipado con fusibles de alto poder de ruptura, bobina de disparo a emisión por temperatura del trafo, seccionador de puesta a tierra, y alojamiento para las cabezas terminales de los puentes de

unión de los interruptores-seccionadores automáticos con los transformadores. Cada uno de estos elementos de maniobra estará aislado por piezas moldeadas de araldita, y todo el conjunto se encontrará en el interior de una envuelta metálica común, de manera que ninguna parte en tensión sea accesible.

Todas las maniobras de explotación se realizarán desde el exterior de las celdas a través de palancas de accionamiento de los aparatos. Dispondrán, asimismo, de una serie de enclavamientos y controles visuales de presencia de tensión y posición de los aparatos, que haga imposible la ejecución de falsas maniobras.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 20 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 50 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 50 kA
- Capacidad de corte Corriente principalmente activa: 630 A

- Características físicas: Ancho: 480 mm, Fondo: 845 mm, Alto: 1740 mm.

- Otras características constructivas:

- Mando manual para interruptor automático RAV

C. Celda de Medida:

Estas celdas alojan en su interior los transformadores de medida, de tensión e intensidad. Estos transformadores convierten los valores de las magnitudes eléctricas (tensión e intensidad) propias de la línea a valores manejables por los equipos de medida.

Modelo: CGMcosmos-M

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas: Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas: Ancho: 800 mm, Fondo: 1025 mm, Alto: 1740 mm

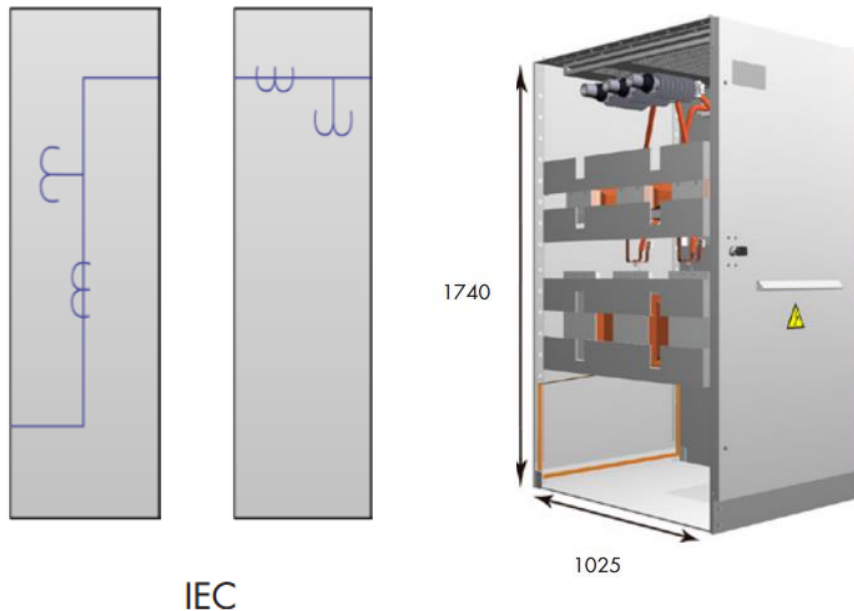
- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

* Transformadores de tensión

- Relación de transformación: 22000/V3-110/V3 V
- Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
- Potencia: 25/6,25 VA
- Clase de precisión: 0,2

* Transformadores de intensidad

- Relación de transformación: 10-20/5 A
- Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)
- Sobreintensidad admisible en permanencia: $F_s \leq 5$
- Potencia: 10/2,5 VA
- Clase de precisión: 0,25



D. Celda de Remonte

Figura 10. Esquema unifilar celda medida

Su función es la conexión de la línea de Media Tensión al embarrado de Media Tensión. Se emplea como celda de entrada o conexión.

Modelo: CGMcosmos-RC

Celda con envoltorio metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y un seccionador de puesta a tierra del embarrado principal. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de

acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas: Tensión asignada: 24 kV
- Características físicas: Ancho: 365 mm. Fondo: 735 mm. Alto: 1740 mm.

7.4.6 Características de la aparamenta de BT

El cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador de MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales. Esta aparamenta la constituirá un cuadro con un embarrado general e interruptores automáticos que hará las funciones de cuadro de protección general de la instalación eléctrica de potencia de Baja Tensión. En nuestro caso elegiremos el CBTO- C de hasta 8 salidas cuyas características eléctricas y físicas se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 10. Características Técnicas

Tensión Asignada de Empleo	U_e	440 V	
Tensión Asignada de Aislamiento	U_i	500 V	
Tensión Soportada a Frecuencia Industrial 1 min			
Fase-Fase		2,5 kV	
Fase-Tierra		10 kV	
Frecuencia Asignada	f	50 Hz	
Intensidad Asignada*	I	1000 A	1600 A
Intensidad Asignada Corta Duración 1 s	I_{cw}	15 (22) kA	25 kA
Intensidad Asignada de Cresta Duración 1 s	I_{pk}	31,5 (46,2) kA	52,5 kA

Tabla 11. Características físicas

Alto [mm]	Ancho [mm]	Fondo [mm]	Peso [kg]
1500	1000	350	132*

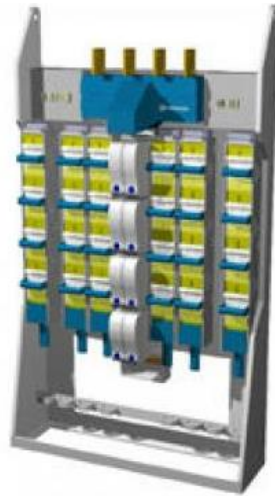


Figura 11. Cuadro de baja tensión

Interconexiones de Baja Tensión desde la salida de B.T, del transformador hasta el cuadro de protección correspondiente de B.T, se instalarán conductores unipolares de aluminio tipo 0,6/1 KV de 240 mm^2 de sección por fase con la siguiente composición:

$$3 \times (1 \times 240) + 1 \times (1 \times 240) \text{ mm}^2$$

7.5 TRANSFORMADOR

El transformador de potencia es el elemento más importante en un centro de transformación, ya que es la máquina que permite realizar la transformación de un sistema de corriente alterna con unas condiciones de intensidad y tensión, en otro de similares características, pero con la tensión e intensidad deseadas.

7.5.1 Características de los transformadores de potencia

En un transformador de potencia se distinguen dos partes constructivas fundamentales:

- El circuito magnético; núcleo de chapa magnética, de grado orientado, laminado en frío, con un porcentaje de silicio del 3% al 5% y un grosor de 0,35mm y fuertemente apretadas.
- Los devanados; de hilos o platinas de cobre o aluminio aislado, enrollados formando bobinas, de láminas o bandas de aluminio enrollados conjuntamente con otras laminas aisladas por el devanado de baja tensión.

Como consecuencia del aislamiento entre devanados de alta y baja, los transformadores pueden ser secos o por baño de aceite.

7.5.2 Diferencias entre transformadores en baño de aceite y transformadores secos

A. *Transformadores en baño de aceite.*

Los transformadores en baño de aceite tienen como detalles significativos:

- Un depósito que contiene el núcleo, con los bobinados y el aceite.
- Una tapa de cerramiento del depósito, con los bornes de salida primario y secundario. Los transformadores en baño de aceite pueden ser llenados totales o integrales y transformadores respiradores. En los de llenado total la dilatación del aceite por incremento de temperatura, se compensa por la deformación elástica de las aletas de refrigeración del depósito. Este tipo de tecnología permite muchas ventajas.
- No tienen ningún contacto entre el aceite y el aire ambiente, por lo tanto se consigue una buena conservación del dieléctrico evitando su oxidación.
- Solución más económica.
- Dimensiones reducidas.
- Conexionados fáciles para la falta del depósito conservando el aceite que tienen los respiraderos. En los transformadores respiradores, para reducir la superficie de contacto entre el aceite y el aire se dispone sobre la tapa un depósito cilíndrico fijada a dicha tapa, el volumen del cual se ajusta a las variaciones de nivel de aceite, con o sin secador de aceite, en la boca de entrada y salida de aire, secador que tiene que ser renovado periódicamente.

Ventajas frente a los transformadores secos:

- Menor coste unitario. En la actualidad su precio es del orden de la mitad que el de uno seco de la misma potencia y tensión.
- Menor nivel de ruido.
- Menores pérdidas de vacío.
- Mejor control de funcionamiento.
- Pueden instalarse a la intemperie.
- Buen funcionamiento en atmósferas contaminadas.
- Mayor resistencia a las sobretensiones, y a las sobrecargas prolongadas.
- Los transformadores en baño de aceite se construyen para todas las potencias y tensiones, pero para potencias y/o tensiones superiores a los de distribución.
- MT/BT para CT, siguen siendo con depósito conservador.

Desventajas frente a los transformadores secos:

La principal desventaja, es la relativamente baja temperatura de inflamación del aceite, y por tanto el riesgo de incendio con desprendimiento elevado de humos. Según la norma UNE, el valor mínimo admisible de la temperatura de inflamación del aceite para transformadores, es de 140 °C.

Por este motivo (también por razones medioambientales), debajo de cada transformador, debe disponerse un pozo o depósito colector, de capacidad suficiente para la totalidad del aceite

del transformador, a fin de que, en caso de fuga de aceite, por ejemplo, por fisuras o rotura en la caja del transformador, el aceite se colecte y se recoja en dicho depósito.

En la embocadura de este depósito colector acostumbra a situarse un dispositivo apagallamas para el caso de aceite inflamado, que consiste en unas rejillas metálicas cortafuegos, las cuales producen la autoextinción del aceite, al pasar por las mismas, o, como mínimo, impiden que la llama llegue a la caja del transformador y le afecte (efecto cortafuegos).

Este depósito colector representa un incremento significativo en el coste de la obra civil del CT, y en ocasiones, cuando la haya, una cierta invalidación de la planta inferior a la del CT.

El riesgo de incendio obliga también a que las paredes y techo de la obra civil del CT sean resistentes al fuego.

Debe efectuarse un control del aceite, pues está sujeto a un inevitable proceso de envejecimiento que se acelera con el incremento de la temperatura.

Asimismo, aunque se trate de transformadores herméticos, sin contacto con el aire, puede producirse un incremento en su contenido de humedad, debido al envejecimiento del aislamiento de los arrollamientos, ya que la degeneración de la celulosa, desprende agua que va al aceite.

En efecto, en los transformadores en baño de aceite, los aislantes de los arrollamientos acostumbran a ser de sustancias orgánicas tales como algodón, seda, papel y análogos, que en la clasificación de los aislantes para transformadores figuran comprendidos en la «clase A».

Esto obliga a una labor de mantenimiento con controles periódicos del aceite, como mínimo de su rigidez dieléctrica, pues ésta disminuye mucho con el contenido de agua (humedad), y de su acidez (índice de neutralización), ya que los ácidos orgánicos, que por oxidación aparecen en el aceite, favorecen activamente el deterioro de los aislantes sólidos de los arrollamientos.

B. Transformadores de aislamiento seco

En ellos, sus arrollamientos están encapsulados dentro de resina del tipo termoendurecible (resina epoxy) mezclada con una llamada «carga activa» pulverulenta formada básicamente de sílice y alúmina hidratada y con aditivos endurecedor y flexibilizador.

Este tipo es más utilizado en los CT de abonado que en los CT de red pública.

Ventajas frente a los transformadores en baño de aceite:

1. Reducción del impacto ambiental

Mayor seguridad (bajo riesgo de incendio): Estos Transformadores reducen al mínimo el impacto ambiental, conforme a las normas ambientales internacionales vigentes. Los Transformadores Secos se fabrican con materiales retardantes del fuego y auto-extinguibles. Por consiguiente, tienen una inflamabilidad reducida y una emisión mínima de gases tóxicos. Pueden funcionar en ambientes húmedos, con polvo, salinos o contaminados, además ofrecen una alta resistencia a los shocks térmicos.

Ausencia de líquidos de enfriamiento: Gracias a la total ausencia de líquidos de enfriamiento, los Transformadores Secos, no presentan riesgos de contaminación por derrame de líquidos como el aceite y reducen drásticamente su propio aporte en caso de incendio.

Recuperación de los materiales al fin de su vida útil: Los Transformadores Secos en Resina, pueden considerarse como la forma de fabricación más respetuosa del medioambiente, lo que se vuelve especialmente importante al momento de dar de baja el equipo que ha cumplido su ciclo de funcionamiento. Después de su baja, la resina, se considera material inerte y los devanados primarios y secundarios pueden ser fácilmente reciclados.

2. Simplificación de la Instalación

Reducido espacio para la instalación: Los Transformadores Secos presentan dimensiones de espacio menores, que se caracterizan por una reducción de cerca del 15% en las dimensiones y del 10% del peso en comparación con los Transformadores sumergidos en aceite.

Reducción de obras de construcción para instalarlo: Los Transformadores Secos no necesitan costosas obras de construcción, que sí se requieren para los Transformadores en aceite, como pozas colectoras para el aceite, rejillas de extinción y barreras de separación resistentes al fuego, para evitar la propagación del incendio y el derrame de líquidos aislantes.

Instalación interna en los edificios. Gracias al reducido espacio de instalación y a la mayor seguridad (bajo riesgo de incendio) los Transformadores en Seco pueden instalarse al interior de los edificios, aunque estén próximos a recintos frecuentados por personas. Además, los Transformadores instalados al interior de los edificios pueden estar más cerca de las cargas de alimentación, con la ventaja de ahorrar costos de conexión y reducir las pérdidas en la línea de alimentación.

3. Flexibilidad en la fase de utilización

- Mayor Capacidad de Sobrecargas: Los Transformadores en Seco, al utilizar aire como medio de refrigeración y como emplean más tiempo para alcanzar la temperatura de régimen, poseen mayor capacidad de sobrecarga respecto de los Transformadores en aceite, adaptándose adecuadamente para alimentar cargas con frecuentes alzas de corriente.

- Reducción del Mantenimiento: Los Transformadores Secos se caracterizan por menores costos de mantenimiento; ya que, deben inspeccionarse sólo periódicamente para verificar que no se acumule polvo ni suciedad. Los Transformadores con aislamiento en aceite por el contrario, deben vigilarse para garantizar el nivel de líquido aislante y verificar que éste conserve sin alterarse las características dieléctricas propias (por ejemplo, la rigidez dieléctrica de los aceites minerales disminuye significativamente ante la presencia de leves indicios de humedad).

Desventajas frente a los transformadores en aceite:

- Mayor coste
- Mayor nivel de ruido
- Menor resistencia a las sobretensiones

- Mayores pérdidas en vacío
- No son adecuados para instalación en intemperie, ni para ambientes contaminados.

Tabla 12. Comparativa CT's Secos y en Aceite

Característica	Transformador Seco	Transformador en Aceite
Inflamabilidad	NO	SI
Autoextinción en caso de falla eléctrica	SI	NO
Fabricado con materiales aislantes No Higroscópicos (no atraen humedad)	SI	NO
Resistente a la contaminación ambiental	NO	SI
Mayor estabilidad al cortocircuito durante la vida útil del equipo	SI	NO
Mantenimiento periódico	NO	SI
Riesgos de contaminación ambiental por pérdida de líquido.	NO	SI
Disminución de las características dieléctricas por efecto del tiempo y del ambiente	NO	SI
Reducido costo de instalación y control	SI	NO
Confiabilidad en ausencia de mantenimiento y escasa disponibilidad de mano de obra especializada en la instalación	SI	NO

En este proyecto emplearemos un transformador seco por sus características favorables frente al medio ambiente, su baja inflamabilidad y su bajo mantenimiento.

7.6 ELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR MT/BT

Para determinar la potencia del Centro de Transformación, que realizará la transformación de la línea de media tensión de 15kV a la línea de baja tensión de 400V que alimenta la finca, se debe considerar la potencia de cálculo obtenida aplicando los factores de simultaneidad correspondientes. La utilización de estos factores hace que el estudio sea más preciso y a su vez hará que no sobredimensionemos la instalación, ya que no todos los receptores van a funcionar al mismo tiempo ni tampoco lo harán siempre a su régimen nominal.

Potencia prevista: 665.092 W = 665kW

Considerando un factor de potencia de 0.9, se calcula para un transformador de 800kVA una potencia de:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 800 \cdot 0.9 = 720 \text{ kW}$$

Este transformador abastecería la potencia prevista, sin embargo para evitar un sobredimensionamiento, realizo la consulta a la empresa suministradora (Gas Natural Fenosa) y posterior explotadora del Centro de Transformación que dispone de estudios de datos reales de los consumos de fincas de dimensiones similares, e indica que la potencia prevista puede ser suplida con un transformador de 630 KVA.

$$P = S \cdot \cos \varphi = 630 \cdot 0.9 = 567 \text{ kW}$$

La explicación se reduce a que los valores previstos obtenidos se están calculando con una electrificación elevada de 9200W, un consumo que en este tipo de vivienda rara vez se produce, ya que son viviendas que solo dispondrán de Vitrocerámica y una pre-instalación de Aire Acondicionado, por lo que la potencia contratada normalizada por los clientes comúnmente es de 5,75 kW máximo. Por tanto, en estas condiciones se reduce la previsión de viviendas a aproximadamente 275 kW, obteniendo una previsión total del edificio de 500 kW.

Es por todo ello, que para este proyecto se escogerá un transformador de 630 kVA.

El tipo de transformador a instalar en nuestra instalación tendrá el neutro accesible en Baja Tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Merlin Gerin (Schneider Electric), encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El Trihal es un tipo de transformador trifásico de tipo seco (clase térmica F) con bobinados encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxy que contiene una carga activa. Esta carga, compuesta esencialmente de alúmina trihidratada $\text{Al}(\text{OH})_3$, ha dado origen a la marca TRIHAL, transformadores secos de instalación de interior.

El comportamiento de estos transformadores ante el fuego es de ignición, es decir, en caso de incendio el transformador tiene la capacidad de autoextinguir sus llamas, no siendo así un elemento propagador de la llama.

7.6.1 Normativa

El Trihal es un transformador de tipo interior que cumple con las siguientes normativas:

- UNE-EN 60076-11. Referente a los Transformadores de Potencia
- UNE-EN 60076-1 a 60076-5. Referente a los Transformadores de Potencia
- UNE 20182. Factores de carga aceptables en régimen continuo a diferentes temperaturas ambientes
- UNE 21538. Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de 36 kV
- Documentos europeos del CENELEC HD 538-2 S1 relativos a transformadores trifásicos de distribución de tipo seco El tipo de transformador Trihal existe en dos versiones: Sin envoltorio de protección (IP00) Con envoltorio de protección IP31 e IK7 (utilizado en el presente proyecto)

7.6.2 Constitución del equipo

El equipo básico que constituye este transformador seco de la gama Trihal son generalmente los siguientes elementos:

- Cuatro ruedas planas orientables
- Cuatro cáncamos de elevación
- Aberturas de arrastre sobre el chasis
- Dos tomas de puesta a tierra
- Una placa de características (en la lado de Media Tensión)
- Dos señales de advertencia de “peligro eléctrico” (señal T10)

- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables con el transformador sin tensión. Las tomas actúan sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación
- Barras de acoplamiento de Media Tensión con terminales de conexión situados en la parte superior de las mismas
- Juego de barras de acoplamiento de Baja Tensión para conexión en la parte superior del transformador
- Protocolo de ensayos individuales y manual de instrucciones de instalación, puesta en marcha y mantenimiento Todo lo anterior es común en los transformadores Trihal. Los elementos que se describen a continuación, vienen en los transformadores con envolvente metálica de protección IP31 e IK7.
- Protección estándar contra la corrosión
- Cáncamos de elevación para el desplazamiento del transformador con su envolvente
- Panel atornillado del lado de Media Tensión para acceder a los terminales de conexión de Media Tensión y a las tomas de regulación. Incorpora dos manetas escamoteables, una señal de advertencia de “peligro eléctrico” (señal T10), la placa de características del transformador y una trenza visible para la puesta a tierra
- Taladros con obturadores, perforados en la parte izquierda del panel atornillado en el lado de Media Tensión. Están previstos para montar indistintamente una cerradura de enclavamiento Ronis tipo ELP1 o Profalux tipo P1
- Dos placas aislantes sobre el techo de la envolvente para entrada por prensaestopas de los cables de Media y Baja Tensión
- Trampilla situada en la parte inferior derecha, lado de Media Tensión, previsto para la llegada eventual de cables de Media Tensión por la parte inferior. La conexión sobre el transformador se sigue haciendo en la parte superior de las barras de acoplamiento en modo convencional.

7.6.3 Tecnología del transformador

A. CIRCUITO MAGNÉTICO

El circuito magnético en los transformadores Trihal se realiza con chapas de acero al silicio de grano orientado aislado mediante óxidos minerales. La elección de la calidad de las chapas y de la técnica de corte y ensamblado garantiza niveles de pérdidas, corriente de vacío y ruido muy reducidos.

La protección contra la corrosión, tras el ensamblado, queda garantizada por una resina alquida de clase F, secada al horno.



Figura 12. Circuito Magnético

B. Bobinado de baja tensión

El bobinado de Baja Tensión se realiza en banda de aluminio o cobre. Esta técnica permite obtener esfuerzos axiales nulos en cortocircuitos. La banda está separada por una película aislante de clase F preimpregnada en resina epoxy reactivable en caliente. Los extremos del bobinado están protegidos y aislados con un aislante de clase F cubierto de resina epoxy reactivable en caliente. El conjunto del bobinado se polimeriza en masa en el horno durante dos horas a 130 °C, lo que garantiza:

- Gran resistencia a las agresiones de la atmósfera industrial
- Excelente resistencia dieléctrica
- Buena resistencia a los esfuerzos radiales del cortocircuito franco La salida de cada bobinado de Baja Tensión se compone de terminales de conexión de aluminio estañado o de cobre, permitiendo realizar cualquier conexión sin tener que recurrir a una interfase de contacto (grasa, bimetálico).

El montaje se realizará según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y la tuerca.

C. Bobinado de media tensión

El bobinado de Media Tensión se realiza por lo general en hilo de aluminio o de cobre aislado, según el método desarrollado y patentado por Schneider Electric “Bobinado Continuo de Gradiente Lineal Sin Entrecapas”. Para intensidades elevadas, el bobinado de Media Tensión se realiza con la tecnología de “bandas”.

Estos procedimientos permiten obtener un gradiente de tensión entre espiras muy débil y una capacidad en serie más uniforme en la bobina.

El bobinado es encapsulado y moldeado bajo vacío en resina de clase F cargada e ignífuga, siendo el sistema de encapsulado Trihal único.

Gracias a estas técnicas de bobinado y encapsulado en vacío, se consigue reforzar las características dieléctricas, el nivel de descargas parciales es particularmente bajo (garantía de menos o igual a 10 pC), con lo cual representa un factor determinante en cuanto al aumento de la vida útil del transformador y una mayor resistencia a las ondas de choque.

Las salidas de conexión de Media Tensión en las barras de acoplamiento de cobre permiten realizar cualquier conexión sin recurrir a una interfase de contacto (grasa, placa bimetálica). El montaje se realiza según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y tuerca.

D. Sistema de encapsulado de mt

El transformador Trihal tendrá los bobinados de Alta Tensión encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxy con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo un encapsulado ignífugo autoextinguible. El sistema de encapsulado de clase F se compone de:

- Resina epoxy a base de bisfenol A, cuya viscosidad está adaptada a una alta impregnación de los bobinados
- Un endurecedor anhídrido modificado por un flexibilizador. Este tipo de endurecedor garantiza una resistencia térmica y mecánica excelentes. El flexibilizador confiere al sistema de encapsulado la elasticidad necesaria para suprimir cualquier riesgo de fisura de explotación.
- Una carga activa compuesta por sílice y básicamente de alúmina trihidratada, los cuales sin mezclados íntimamente con la resina y el endurecedor. El sílice refuerza la calidad mecánica del encapsulado y participa eficazmente en la disipación calorífica. En caso de incendio, durante el proceso de calcinación del sistema de encapsulado, la alúmina trihidratada se descompone y produce tres efectos antifuego, que son:

Formación de un escudo refractario de alúmina, formación de una barra de vapor de agua y mantenimiento de la temperatura por debajo del umbral de inflamación.

La combinación de estos tres efectos antifuego provoca la autoextinguibilidad inmediata del transformador Trihal cuando se extinguen las llamas exteriores. El sistema de encapsulado junto con sus cualidades dieléctricas y su excelente comportamiento al fuego, confieren al transformador Trihal una excelente protección contra las agresiones de la atmósfera industrial.

7.6.4 Protección térmica del transformador

La protección del transformador seco encapsulado trihal contra calentamientos nocivos, puede estar asegurada por el control de la temperatura de los bobinados, con la ayuda de un dispositivo de protección térmica compuesto por:

- **SONDAS PT100** La característica principal de una sonda PT100 es que proporciona la temperatura en tiempo real y gradualmente de 0 °C a 200 °C. El control de la temperatura y su visualización se realizan a través de un termómetro digital. Las tres sondas, compuestas cada

una por un conductor blanco y dos rojos, están instaladas dentro de la parte activa del transformador Trihal a razón de una por fase.

- BORNERO DE CONEXIÓN

Un bornero de conexión de las sondas PT100 al termómetro digital T. El bornero está equipado con un conector desenchufable. Las sondas PT100 se suministran conectadas al bornero fijado en la parte superior del transformador.

- TERMÓMETRO DIGITAL T

Un termómetro digital T caracterizado por tres circuitos independientes (en nuestro caso un termómetro digital MB103, para protección térmica del transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades). Dos de los circuitos controlan la temperatura captada por las sondas PT100, uno para la alarma uno y otro para la alarma 2.

Cuando la temperatura alcanza 140 °C (o 150 °C), la información de la alarma uno es tratada mediante dos relés de salida independientes equipados con contactos inversores. La posición de estos relés es señalada mediante dos diodos (LED).

El tercer circuito controla el fallo de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica.

El relé correspondiente (FAULT), independiente y equipado con contactos inversores, los aísla instantáneamente de la alimentación del aparato. Su posición también se indica a través de un diodo LED.

Una salida FAN está destinada a controlar el arranque de los ventiladores tangenciales en caso de ventilación forzada del transformador (AF).

Una entrada adicional (CH4) puede recibir una sonda externa al transformador destinada a medir la temperatura ambiente del centro de transformación. Una salida serie RS 232 o RS 485 o analógica 4-20 mA, puede disponer en opción para autómatas u ordenador.

7.6.5 Conexiones al transformador

A. CONEXIÓN EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizaremos un juego de puentes III de cables de Alta Tensión unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² con malla de cobre de 16 mm² en Aluminio con sus correspondientes elementos de conexión.

B. CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Juego de puentes III de cables de Baja Tensión unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0,6/1 kV, de 3x240 mm² en cobre para las fases y de 1x240 mm² en cobre para el neutro.

7.6.6 Ensayos del transformador de potencia

Por motivos de seguridad en el centro, se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b)
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b)
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1)

A. ENSAYOS DE CHOQUE TÉRMICO

En el ensayo C2a, el transformador Trihal ha permanecido durante 12 horas en una sala climática donde la temperatura ambiente se ha disminuido inicialmente hasta $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante 8 horas.

El ensayo C2a según la norma UNE-EN 60076-11, impone un nivel inferior a 10 pC. La medida realizada en el transformador Trihal ha dado como resultado $\leq 2\text{ pC}$. Durante los ensayos dieléctricos, no se han producido efluvios eléctricos ni desperfectos.



Figura 13. Ensayo C2a

En el ensayo C2b (Choque térmico complementario), Las bobinas del transformador Trihal han sido introducidas alternativamente en dos cubas, una conteniendo agua hirviendo a más $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ y otra conteniendo agua helada a menos de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. La operación ha sido repetida 3 veces y cada inmersión ha durado 2 horas. El paso de una cuba a otra se ha realizado en menos de 2 minutos.

B. ENSAYOS DE CONDENSACIÓN Y HUMEDAD

En el ensayo de condensación E2a, el transformador ha sido emplazado durante más de 6 horas en una cámara climática con control de temperatura que permite obtener la condensación sobre el transformador. La humedad ha sido mantenida por encima del 93 % por vaporización continua con agua salada.

A los 5 minutos del final de la vaporización, el transformador Trihal ha sido sometido, en la sala climática, a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces su tensión asignada durante 15 minutos. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno.

En el ensayo E2a de penetración de la humedad, el transformador ha sido emplazado en una sala climática durante 144 horas con una temperatura mantenida de 50 °C (± 3 °C) y una humedad del 90 % (± 5 %). Al final de este período, el transformador ha sido sometido a los ensayos dieléctricos de tensión aplicada y tensión inducida al 75 % de los valores normalizados. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno.



Figura 14. Ensayo E2a

El ensayo E2b complementario, consiste en sumergir el transformador en un baño de agua salada a la temperatura ambiente durante un período de 24 horas. A los 5 minutos de sacarlo del agua, el transformador ha sido sometido a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces su tensión asignada durante 15 minutos.

No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno. Posteriormente, después de seco, el transformador se ha sometido a ensayo de tensión aplicada y de tensión inducida al 75% de los valores normalizados. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfecto alguno.

C. ENSAYO DE COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO

Una bobina completa del transformador (MT + BT + circuito magnético) ha sido colocada en la cámara de ensayos descrita en la IEC 60332-3 (utilizada para ensayos en cables eléctricos). El ensayo comienza cuando el alcohol existente en una cubeta (nivel inicial de 40 mm) se inflama y el panel radiante de 24 kW ha sido puesto en marcha, la duración del ensayo es de 60 minutos de acuerdo con la norma.



Figura 15. Ensayo de resistencia al fuego F1

El calentamiento se ha medido durante todo el ensayo, debiendo situarse según la norma en temperaturas inferiores o iguales a los 420 °C. A un tiempo de 45 minutos, la temperatura del Transformador alcanza los 85 °C (según la norma deberá ser igual o inferior a 140 °C). A un tiempo de 60 minutos, la temperatura alcanza los 54°C (según la norma deberá ser igual o inferior a 80 °C). No se ha detectado durante el ensayo, la presencia de componentes tales como ácido clorhídrico (HCl), ácido cianhídrico (HCN), ácido bromhídrico (HBr), ácido fluorhídrico (HF), dióxido de azufre (SO₂) o aldehído fórmico (HCOH).

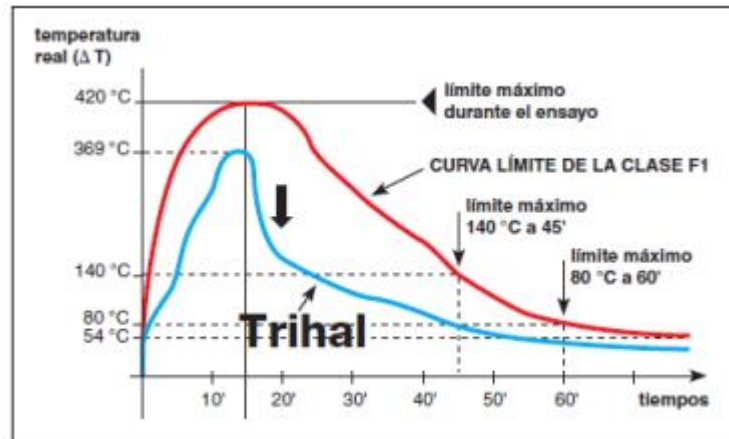


Figura 16. Evolución de la temperatura durante el ensayo

7.7 PROTECCIONES

Dentro de las protecciones del transformador se deben distinguir entre aquellas que lo protegen frente a faltas de origen interno, como los contactos entre los arrollamientos, o entre estos y la masa, el descenso del nivel de aceite en la cuba, etc, y las protecciones que lo protegen frente a causas de origen externo que pueden ocasionar sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones.

7.7.1 Protección contra defectos internos

La protección contra los defectos internos se lleva a cabo mediante un bloque de protección incorporado de serie en el transformador, el cual nos permite ver distintos parámetros internos del transformador, como el nivel de aceite de refrigeración, la temperatura interior, etc.

7.7.2 Protección contra defectos externos

Las protecciones contra los defectos externos las vamos a subdividir en:

- *Protección contra sobrecargas y cortocircuitos*

El mayor valor de sobrecarga se produce cuando existe un cortocircuito en la salida del secundario del transformador. Para la protección contra sobrecargas se utilizan los siguientes dispositivos:

– Termómetros y termostatos: La protección frente a sobrecargas se basa en la detección de un calentamiento anormal del aparato, y cuando se detecte la temperatura prefijada, enviará orden de disparo al seccionador en carga de M.T.

– Cartuchos fusibles del tipo gTr que protegen al transformador ante sobrecargas y cortocircuitos sin limitar su capacidad de carga. Protegen al transformador contra las sobrecargas fuertes y los cortocircuitos por la fusión de un elemento, cuando la corriente sobrepasa durante un cierto tiempo un valor determinado.

– Seccionadores. Son los aparatos de maniobra utilizados para aislar los distintos elementos del centro de transformación. Solo se puede maniobrar en vacío, ya que el arco que se produciría en carga puede dar lugar a cortocircuitos y a la destrucción de las cuchillas de contacto. Los seccionadores también se emplean para poner a tierra las líneas cuando se deban revisar, y para dividir las barras activas de una línea.

- *Protección contra sobretensiones*

Hay tres causas que pueden originar sobretensiones:

- Sobretensiones frecuencia industrial, debidas a variaciones bruscas de carga.
- Sobretensiones de maniobra, debidas a conexiones y desconexiones bruscas.
- Sobretensiones atmosféricas, debidas a la caída de un rayo en un conductor o sus proximidades, o a la propia carga de la atmósfera.

Dentro de las protecciones contra sobretensiones, cabe distinguir entre protecciones internas y externas del transformador.

Protecciones internas del transformador:

Limitador de sobretensión. Se trata de una protección conectada en el lado de baja tensión, que deriva a tierra las tensiones peligrosas del secundario por fallos de asilamiento entre el devanado primario y secundario, del tipo ZnO.

Protección externa del transformador:

Autoválvulas. Las autoválvulas se conectan entre los conductores de la línea y tierra, protegiendo al Centro de Transformación frente a sobretensiones de origen atmosférico. Cuando la tensión es la nominal, la autoválvula es un circuito abierto, pero cuando la tensión es muy elevada, se hace conductora, permitiendo el paso de la corriente a través de ella a tierra e impidiendo así la llegada de la sobretensión al Centro de Transformación.

En este caso, por tratarse de un Centro de Transformación en el que tanto la línea de entrada como la de salida son de tipo subterráneo, no necesitamos proteger el transformador con autoválvulas, ya que no aparecerán sobretensiones de origen atmosférico.

Protecciones de cuba. Su misión es controlar las corrientes de fuga a tierra originadas por una sobretensión. Consiste en aislar la cuba del transformador de tierra, conectándola luego a

una toma de tierra mediante un conductor que pasa por un anillo toroidal magnético. Sobre el anillo toroidal se arrolla una bobina que conecta con un relé, el cual acciona el interruptor de conexión del transformador.

7.7.3 Selección de las Protecciones de Media Tensión

Los transformadores están protegidos tanto en el lado de Media Tensión como en el de Baja. En media tensión, la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La protección en el primario del transformador se realiza utilizando una celda de protección con fusibles del tipo gTr, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida, ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida en esa aplicación. Además, no deben producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia. Tampoco deben disparar cuando se produzcan corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Para seleccionar los fusibles se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Tensión nominal. Es la tensión entre fases, en kV, más elevada de la red en la que se prevé que va a ser instalado el fusible. Los fusibles utilizados se han dimensionado para soportar una tensión nominal de 24kV, si bien la tensión de servicio de la red de media tensión proyectada es de 15 kV.

- Intensidad Nominal. Es el valor de la intensidad que el fusible puede soportar permanentemente sin calentamiento anormal.

- Intensidad Mínima de corte. Es el valor mínimo de intensidad presunta que provoca la fusión y el corte del fusible. Para los fusibles limitadores de media tensión, esos valores están comprendidos entre 3 y 5 veces el valor de su intensidad nominal.

- Intensidad máxima de corte asignada. Es la intensidad presunta de defecto máxima que el fusible pueda interrumpir. Es imprescindible asegurarse de que el valor de intensidad de cortocircuito de la red no sea más elevado que la intensidad máxima de corte asignada al fusible.

Un transformador impone principalmente tres esfuerzos a un fusible. Por eso, los fusibles deben de ser capaces de cumplir tres condiciones:

1. Arranque del transformador. Los fusibles deben resistir, sin fundirse, la intensidad de cresta del arranque de conexión del transformador. Para ellos, la intensidad de fusión del fusible a 0,1 segundos, debe ser más elevada que 12 veces la intensidad nominal del transformador.

2. Corriente de cortocircuito. El fusible asignado a la protección de un transformador debe evitar, cortando antes, el cortocircuito previsto para este transformador. Para ello, el poder de

corte del fusible limitador ha de ser mayor que la intensidad generada por un eventual cortocircuito en el secundario del transformador.

3. Servicio continuo. Los fusibles proyectados soportan la intensidad en servicio continuo y las eventuales sobrecargas. La intensidad nominal del fusible tiene que ser superior a 1,4 veces la intensidad nominal del transformador.

7.7.4 Selección de las protecciones de Baja Tensión

Cada salida de Baja Tensión cuenta con un fusible, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal a esa salida, y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

7.8 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

7.8.1 Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

El nivel medio será como mínimo de 150 lux. Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

7.8.2 Protección de incendios

Al ser el transformador de aislamiento seco no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Para ello y en cumplimiento del CTE DB-SI, se justifican las medidas de protección contra incendios del centro de transformación.

El centro de transformación se ubica en un local perteneciente a un edificio con uso residencial.

El local es de Riesgo bajo según SI-1 punto 2, al ser con transformador de aislamiento seco.

La resistencia al fuego de la estructura portante es R90 al estar compuesta por una losa de hormigón de 30 cm de espesor.

La resistencia al fuego de paredes y techos es > EI90 al estar compuesta por tabiques de ladrillo macizo, con enfoscado de 1 cm por ambas caras.

No es necesario vestíbulo de independencia para acceder al C.T. por ser de riesgo bajo.

No dispone de puertas que comunican con el edificio, siendo la puerta de acceso al C.T. solo accesible desde el exterior, por lo que esta puerta no tiene ninguna característica especial en lo que a resistencia al fuego se refiere.

El recorrido de evacuación es inferior a 25 metros.

Todos los elementos constructivos de techos y paredes son B-s1,d0 y de los suelos BFL-s1, según se especifica en el apartado 4 de CTE SI-1.

Se instalará un extintor de eficacia 21A-113B al ser local de riesgo especial (riesgo bajo).

No se instalarán BIES en el interior del C.T.

No se instalarán sistemas de extinción automático.

El C.T. dispone de detectores de humo y temperatura, conectados con el sistema general de detección de incendios del edificio.

Al ser el C.T. mediante transformador seco, no se instalarán fosos de recogida de aceite.

Se instalarán equipos de alumbrado de emergencia que proporcionan un nivel mínimo de 5 lux. [4]

Según indicaciones de Gas Natural Fenosa, al disponer la compañía eléctrica suministradora de personal de mantenimiento equipado en sus vehículos con el material adecuado de extinción de incendios, no sería preciso en este caso, instalar extintores en este centro de transformación. Sin embargo, se procederá a su suministro e instalación.

7.8.3 Ventilación

Para la evacuación del calor generado en el interior del CT, deberá posibilitarse una circulación de aire. En nuestro caso se prevé una ventilación natural.

Las rejillas de ventilación de aire se situarán en la puerta del local del CT, y en todos los casos cumplirán con lo establecido en el DB-SI del Código Técnico de la Edificación. Las rejillas de ventilación serán metálicas, formadas por lamas en forma de "V", diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de aguas de lluvia en el centro de transformación e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera que impedirán el paso de pequeños animales. Se instalarán dos rejillas, una en la parte inferior para la entrada de aire y otra en la parte superior para facilitar la circulación del aire interior.

7.8.4 Medidas de seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.
- Se dotará al local del centro de transformación de los siguientes elementos de seguridad:
 - Carteles de “Primeros auxilios” y de “Las cinco reglas de oro”.
 - Banqueta aislante para tensiones de 24KV.
 - Guantes aislantes para tensiones de 24KV.
 - Pértiga con sistema de detección de tensión hasta 24KV.

8 RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las actividades proyectadas consisten en el tendido de la red subterránea de Baja Tensión, desde EL CBTO (cuadro de Baja Tensión tipo interior para Centro de Transformación) hasta las acometidas de Baja Tensión del edificio a alimentar. La clase de energía será:

- Corriente: alterna trifásica +neutro
- Tensión nominal: 230/400V
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Sistema de puesta a tierra: Neutro unido a tierra
- Aislamiento de los cables: 0,6/1kV
- Factor de potencia $\cos\varphi$: 0,90

8.2 TRAZADO DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

La red de distribución estará compuesta por dos líneas, que partirán desde el Centro de Transformación de Interior de Compañía de 630 KVA situado en el edificio de la C/ Baños de Valdearados 14. A partir de este punto se les dará continuidad para dar suministro al inmueble.

8.2.1 Características generales de la Línea 1:

Línea BTV-1 concentración Nº1 (PORTAL A, C, F):

- Potencia total: 409.080 W
- Intensidad máxima: 656,84 A
- Longitud del tramo: 32 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 4x(1x240 mm²) AL+ H-16(Pantalla de hilos de cobre de 16 mm²)
- Enterrado bajo tubo doble pared Ø160.

8.2.2 Características generales de la Línea 2:

Línea BTV-1 concentración Nº2 (PORTAL B, D, E Y VEHICULOS ELÉCTRICOS):

- Potencia total: 406.820W
- Intensidad máxima: 653,21 A
- Longitud del tramo: 32 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 4x(1x240 mm²) AL+ H-16(Pantalla de hilos de cobre de 16 mm²)
- Enterrado bajo tubo doble pared Ø160.

Todos los elementos constructivos se ajustan al Proyecto tipo de Líneas Subterráneas de Baja Tensión de la compañía suministradora GAS NATURAL FENOSA.

8.3 CONDUCTORES

Los conductores que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos de los contemplados en la Norma UNE 211603-5N1. Las características principales de los conductores se indican en la tabla siguiente:

Los conductores que se utilizan en la distribución de baja tensión, serán unipolares de aluminio tipo RV 0,6/1 KV, siendo sus secciones de 240 mm^2 para los conductores de fase, y de 240 mm^2 para el neutro, estando instalados subterráneamente bajo tubo, discuriendo por las aceras y cruzando por los lugares reflejados en los planos. Los conductores estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos. Las secciones utilizadas se justifican en el anexo de cálculos.

8.4 CABLES ENTUBADOS EN ZANJAS

El cable irá alojado en tubos de plástico de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, siendo la relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito superior a 2. Dichos tubos irán siempre acompañados de uno o dos tubos de plástico verde de 125 mm de diámetro, en los que se dejará una guía para la posterior canalización de los cables de telecomunicación y/o fibra óptica.

Los tubos irán alojados en zanjais de 80 cm de profundidad y una anchura de 40 cm, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la línea más próxima a la superficie del suelo sea de 60. Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor. A continuación se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que los tubos de comunicaciones irán situados por encima de los de energía. A unos 10 cm del pavimento, como mínimo y a 30 cm como máximo, quedando como mínimo a 25 cm por encima de los cables, se situará la cinta de señalización de acuerdo con la Norma UNE 48103.

8.5 PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles o interruptores automáticos existentes en la cabecera de la línea principal, que avance del Centro de Transformación. Según proyecto tipo de Gas Natural Fenosa se dispondrá de fusibles clase gl según norma UNE 60269-1 de 400 A, que para una sección de 240 mm^2 permite una longitud de la línea de hasta 82 m.



8.6 PUESTA A TIERRA

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra

9 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Se considerará a toda instalación que tenga como tensión de funcionamiento menos de 1000 V para corriente alterna y 1500 V para corriente continua como instalación de Baja Tensión según lo estipulado en el REBT.

El suministro desde la red de distribución hasta la instalación interior o receptora se realizará mediante lo que se conoce como "*Instalaciones de Enlace*", que parten desde la acometida, y están formadas por: la caja general de protección, línea general de alimentación con Interruptor general, instalación de contadores, así como de dispositivos generales de mando y protección y derivaciones individuales.

9.1 CUADRO/S GENERAL/ES DE BAJA TENSIÓN (CGBTs) O CAJA/S GENERAL/ES DE PROTECCIÓN.

Los CGBTs o CGPs enlazarán la acometida con la línea general de alimentación. Su función principal será la protección y seccionamiento de las líneas de llegada (transformador) así como las de salidas para líneas de acometida, CGDs y Tomas Eléctricas de gran potencia.

Se situarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Se situará junto al portal de entrada.

Dispondrán de cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, de un borne de conexión para el conductor neutro y de otro borne para la puesta a tierra si procede. En caso de alimentación subterránea, podrán tener previstas la entrada y salida de la línea de distribución.

El mechinal se cerrará con una puerta metálica, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Por su cara exterior incluirá una placa de señalización de riesgo eléctrico, tamaño AE-10. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm y máximo de 80 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general más uno de reserva, con inclinación de 45° en material bicapa de polietileno de alta densidad, corrugado de 160 mm de diámetro y de color rojo, según UNE-EN 50086-2-4.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

La caja general de protección cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK08 según UNE-EN 50.102 y será precintable.

Dado que son necesarias siete LGA, aunque no sea estrictamente necesario por las especificaciones particulares de Gas Natural Fenosa, en lugar de siete CGP se opta por instalar un barraje General de distribución tipo BTV (3 o 4 salidas), ubicadas según planos; de las que partirán las Líneas Generales de Alimentación.

Éstas ejercen la misma función que un CGP diferenciándose en las pequeñas cualidades que se citan a continuación:

Las BTV (bases tripolares verticales) pueden realizar entre otras la función de CGP (siempre que la Cía Eléctrica lo admita) principalmente en edificios o locales con previsión de potencia elevadas y en las que se necesita llegar con varias acometidas o salir con varias LGA, lo que equivaldría a disponer de varias CGP convencionales para poder hacer la misma distribución.

Una BTV no es más que un sistema de seccionamiento de bases portafusibles, en colocación vertical y son de expulsión. CGP, como tal es una pequeña envolvente que aloja las bases portafusibles, aunque son de tipo horizontal, pero no son de expulsión. Necesita un útil para insertar/extraer los fusibles y el neutro no se puede abrir si no es con una herramienta. Al nombrar BTV-2 hacemos referencia a una Base tripolar vertical de dos salidas.

La BTV está constituida por un armario, en el cual irán sujetas horizontalmente por aisladores cuatro pletinas de cobre. Sobre tres de las pletinas, las tres pletinas de fase, se conectarán verticalmente los zócalos aislantes que serán el soporte de los contactos fijos de los fusibles, de los dispositivos extintores de arco y de los tres portafusibles.

Las piezas de plástico que se utilizarán para soportar las partes activas serán de clase térmica F y el resto de piezas de clase E (120°C), como mínimo, según norma UNE 21.305.

La BTV dispondrá de unos separadores aislantes que garanticen una separación física entre las conexiones de las distintas fases de los cables de salida. También presentarán una separación aislante en la base, evitando así posibles accidentes por contacto. Las pletinas conductoras serán de cobre de una sola pieza. Presentarán cámaras apaga chispas sólidamente fijadas. La tornillería de la base será de acero inoxidable.

La BTV dispondrá frontalmente de portafusibles, los cuales tendrán los orificios necesarios para permitir la comprobación de tensión de cada fusible. Llevará también un indicador luminoso de fusión, colocado bajo la tapa portafusibles y visible desde el exterior.

La tensión asignada de la BTV es de 500 V y la intensidad asignada es de 250 A para el tamaño de cada fusible.

9.2 LÍNEA/S GENERAL/ES DE ALIMENTACIÓN.

Su función es la de enlazar la CGP o BTV en nuestro caso con la centralización de contadores. Su trazado será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.

Si su recorrido es a través de tubos, el diámetro de estos será según tabla 1 de ICT-BT-14 y especificaciones particulares para instalaciones de enlace de Baja Tensión de Gas Natural

Fenosa. Cuando discurran por otros tipos de canalizaciones, deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 0,6/1 kV. Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección mínima será de 10 mm² en cobre o 16 mm² en Aluminio.

Para el cálculo de la sección de los cables, se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida dependerá del tipo de centralización de contadores; siendo de 0,5% para contadores totalmente concentrados y del 1% para centralizaciones parciales de contadores. En cuanto a la intensidad máxima, será fijada según UNE-20460-5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje.

Los conductores a emplear, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre con aislamiento RZ1-K 0.6/ 1 KV e irán protegidos bajo tubo hasta el garaje, donde discurrirán por el techo en bandeja metálica perforada cuya tapa sólo se pueda abrir con la tapa de un útil, dicha tapa cumplirá con la UNE-EN 60439-2.

Los conductores serán de cobre, electrolítico flexible con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE). Su cubierta está formada por Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Es un cable de alta seguridad, en caso de incendio no emite sustancias ni gases corrosivos. Cumplirán con la UNE-EN-21123.

Los tubos que se destinan a contener los conductores de la Línea General de Alimentación, son de 160 mm de diámetro permitiendo ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100.

Tabla 13. Sección Neutro de las LGA

Secciones (mm ²)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200



En este caso, disponemos de 7 Líneas Generales de Alimentación, que acometerán a cada uno de los portales y una línea para la recarga de vehículos eléctricos.

A. Características generales de la Línea 1:

Línea BTV-1 concentración N°1 (PORTAL A - 18 viviendas):

- Potencia total: 140.040 W
- Intensidad máxima: 224,6 A
- Longitud del tramo: 65 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x250 mm² Cu

B. Características generales de la Línea 2:

Línea BTV-1 concentración N°2 (PORTAL B – 8 viviendas y Garaje):

- Potencia total: 115.800 W
- Intensidad máxima: 185,7 A
- Longitud del tramo: 42 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x120 mm² Cu

C. Características generales de la Línea 3:

Línea BTV-1 concentración N°3 (PORTAL C – 17 viviendas):

- Potencia total: 134.520 W
- Intensidad máxima: 215,7 A
- Longitud del tramo: 25 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x95 mm² Cu

D. Características generales de la Línea 4:

Línea BTV-1 concentración N°4 (PORTAL D – 16 viviendas):

- Potencia total: 129.000W
- Intensidad máxima: 206,9
- Longitud del tramo: 27 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x95 mm² Cu

E. Características generales de la Línea 5:

Línea BTV-2 concentración N°1 (PORTAL E – 8 viviendas y Urbanización):

- Potencia total: 128.900 W
- Intensidad máxima: 206,7 A
- Longitud del tramo: 37 m

- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x120 mm^2 Cu

F. Características generales de la Línea 6:

Línea BTV-2 concentración Nº2 (*PORTAL F – 17 viviendas*):

- Potencia total: 134.520 W
- Intensidad máxima: 215,7 A
- Longitud del tramo: 60 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x185 mm^2 Cu

G. Características generales de la Línea 7:

Línea BTV-2 concentración Nº3 (*VEHÍCULOS ELÉCTRICOS*):

- Potencia total: 33. 120W
- Intensidad máxima: 53,18 A
- Longitud del tramo: 60 m
- Conductor: RV 0,6/1 KV 3,5x50 mm^2 Cu

Todos los elementos constructivos se ajustan al Proyecto tipo de Líneas Subterráneas de Baja Tensión de la compañía suministradora GAS NATURAL FENOSA.

9.3 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.

Se situarán en planta baja, en un lugar lo más próximo posible a las canalizaciones de las derivaciones individuales. Se realizarán de acuerdo con el R.E.B.T. e Instrucciones Complementarias y normas particulares de la Gas Natural Fenosa.

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local, de características indicadas en la ICT-BT- 16. Cuando el número de contadores sea inferior o igual a 16, la concentración podrá ubicarse en un armario destinado única y exclusivamente a este fin.

En nuestro caso, para los portales B y E; las centralizaciones serán emplazadas en armarios situados en planta baja. Y en local situado también en planta baja, para el resto de portales.

Los contadores destinados a la recarga de vehículos eléctricos se alojaran en el cuarto de contadores del portal F.

9.3.1 Ubicación en local

Este local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece el CTE en su DB-SI para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero; de basuras, etc.

- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.

- Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.

- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.

- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.

- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón. Tendrán una anchura mínima de 1.50 m. Los módulos, cajas o soportes, que componen la centralización, fijarán a dicha pared en montaje superficial y nunca empotrado en la misma.

- El local tendrá una altura mínima de 2,30 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en el CTE para locales de riesgo especial bajo.

- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, preferentemente será metálica y su grado de resistencia al fuego será de RF-60. Por su cara exterior incluirá una placa de señalización de riesgo eléctrico, tamaño AE-10. Estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.

- Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

- En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

9.3.2 Conjunto modular

Deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 partes 1, 2 y 3. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 Y UNE-EN 50.102, son IP40 e IK 09 respectivamente.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

El cableado será de las mismas características que los empleados en las derivaciones individuales. Se instalarán conjuntos modulares de la marca PINAZO, que dispondrán de los siguientes elementos:

- Columnas totalmente montadas homologadas por UF y destinadas a suministros monofásicos o trifásicos.
- Cortocircuitos fusibles tipo Neozed D02-63A.
- Pletinas de Cu de 20x4mm para el embarrado general y de protección.
- Velo transparente protector con posibilidad de precintado en la unidad funcional de fusibles.
- Bornas de salida de capacidad hasta 25 mm².
- Bornas de seccionamiento de 2,5 mm²
- Contador para doble tarifa.
- Interruptor general de corte en carga de 4 polos de 250 A.

9.3.3 Concentración de contadores

Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

En referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695 -2-1, a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850°C para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etc.

Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior y podrán constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la concentración que lo precisen, estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponde.

La propiedad del edificio o el usuario tendrán, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen y de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en el local o armario en que se ubique la concentración de contadores. Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y permitirán la incorporación de los avances tecnológicos del momento. La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80 m.

El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida irá bajo tubo. Las concentraciones, estarán formadas eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la

concentración de contadores, en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar de 250 A, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos.

Habrà un interruptor por cada línea general de alimentación.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

- Unidad funcional de medida

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales.

El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

9.4 DERIVACIONES INDIVIDUALES.

Constituyen la parte de la instalación que parte de la línea general de alimentación para suministrar energía a cada instalación de usuario. Estarán constituidas atendiendo a las especificaciones reseñadas en la Instrucción ICT-BT-15.

Los tubos y los canales protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %; siendo el diámetro exterior mínimo de los tubos de 32 mm. Se instalará un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m² de superficie.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando, que será de color rojo.

Tabla 14. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Para el cálculo de la sección de los cables, se tendrá en cuenta, tanto la demanda prevista por cada usuario, como caída de tensión máxima permitida; siendo del 1% para el caso de contadores totalmente concentrados y del 0,5% para centralizaciones parciales de contadores.

El número de líneas y las características de las mismas, vendrá definido en cálculos.

9.5 CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario.

Estarán compuestos según lo indicado en la ICT-BT-17 y en función del grado de electrificación y número de circuitos.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de los circuitos, según ICT-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones (en caso de ser necesario).

En planos se describen los esquemas de los cuadros que aparecen en la instalación. Teniendo en cuenta que en lo que atañe a los locales comerciales sólo se efectúa la previsión de la energía y queda a su disposición, una vez que realicen sus instalaciones eléctricas interiores, el confeccionar su cuadro, acorde a su instalación realizada.

9.6 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS.

Los puntos de utilización de energía previstos son los señalados en los planos. Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V. como mínimo. Los circuitos y las secciones utilizadas serán los indicados en la ICT-BT-25. Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ICT-BT-19.

Los conductores serán fácilmente identificables. Se empleará código de cables numerados en los puntos de conexión y cables de distintos colores para facilitar la identificación. Las instalaciones de cuartos de baño y aseos se efectuarán según la ICT-BT-27.

Los circuitos empleados en el interior de las viviendas del presente proyecto son los siguientes:

- C₁ Iluminación.
- C₂ Tomas de uso general.
- C₃ Cocina y horno.
- C₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C₅ Baño, cuarto de cocina.
- C₉ Aire Acondicionado.

En planos adjuntos, se describen con detalle los circuitos instalados.

9.7 ALUMBRADO Y SERVICIOS GENERALES DE FINCA.

Desde los respectivos Cuadros de Mando y Protección para los servicios comunes, partirán todos los circuitos que alimentan a las instalaciones que componen los servicios comunes (alumbrado, usos varios, porteros automáticos, telecomunicaciones, ascensores, etc).

Se cumplirán los niveles de iluminación mínimos indicados en la Tabla 1.1 del SU 4. La sección y nº de conductores de estos circuitos dependerá de las características de los receptores a alimentar, de su potencia y de si se trata de suministros monofásicos o trifásicos.

Todas las instalaciones cumplirán con lo indicado en el R.E.B.T.

9.8 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.

Este sistema permite, en caso de fallo de tensión de red, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Para ello se han dispuesto aparatos autónomos fluorescentes situados de tal manera que aseguran una iluminancia de 1 lux, como mínimo, a nivel del suelo en los recorridos de evacuación, y de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado.

Se cumplirán además las prescripciones indicadas en el SU 4 del CTE.

Este alumbrado estará formado por una red de puntos de luz fluorescentes que llevan incorporados equipos autónomos de emergencia alimentados permanentemente de la red para su carga, en caso de falta de tensión o cuando su valor está por debajo del 70%, estos equipos se conectarán automáticamente a sus acumuladores, volviendo a su estado de reposo y carga



normal, cuando la tensión vuelva a su estado nominal. La autonomía de estos equipos será superior a 1 h. Estos equipos estarán conectados al circuito correspondiente de alumbrado de la zona en que estén ubicados.

9.9 RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Tras la modificación del REBT en el 2014, se incluye la ITC-BT- 52 que hace referencia a las infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

Este proyecto es una obra nueva de viviendas de protección oficial, lo que implica que cada vivienda tiene asociado una plaza de garaje. Según la instrucción citada, se requiere al menos la existencia de una cantidad de puntos de recarga correspondientes al 10% del número total de viviendas. En este caso son 9 puntos de recarga.

Dada la condición de plaza de garaje asignada a una vivienda, y tras la consulta a Gas Natural Fenosa, se prevé la instalación de los 9 puntos de suministro en el cuarto de contadores del portal F con su propia LGA. Y se realizará una pre-instalación por el techo del garaje para facilitar la futura instalación eléctrica a petición de cliente.

Por tanto, se realizará el esquema 3a.

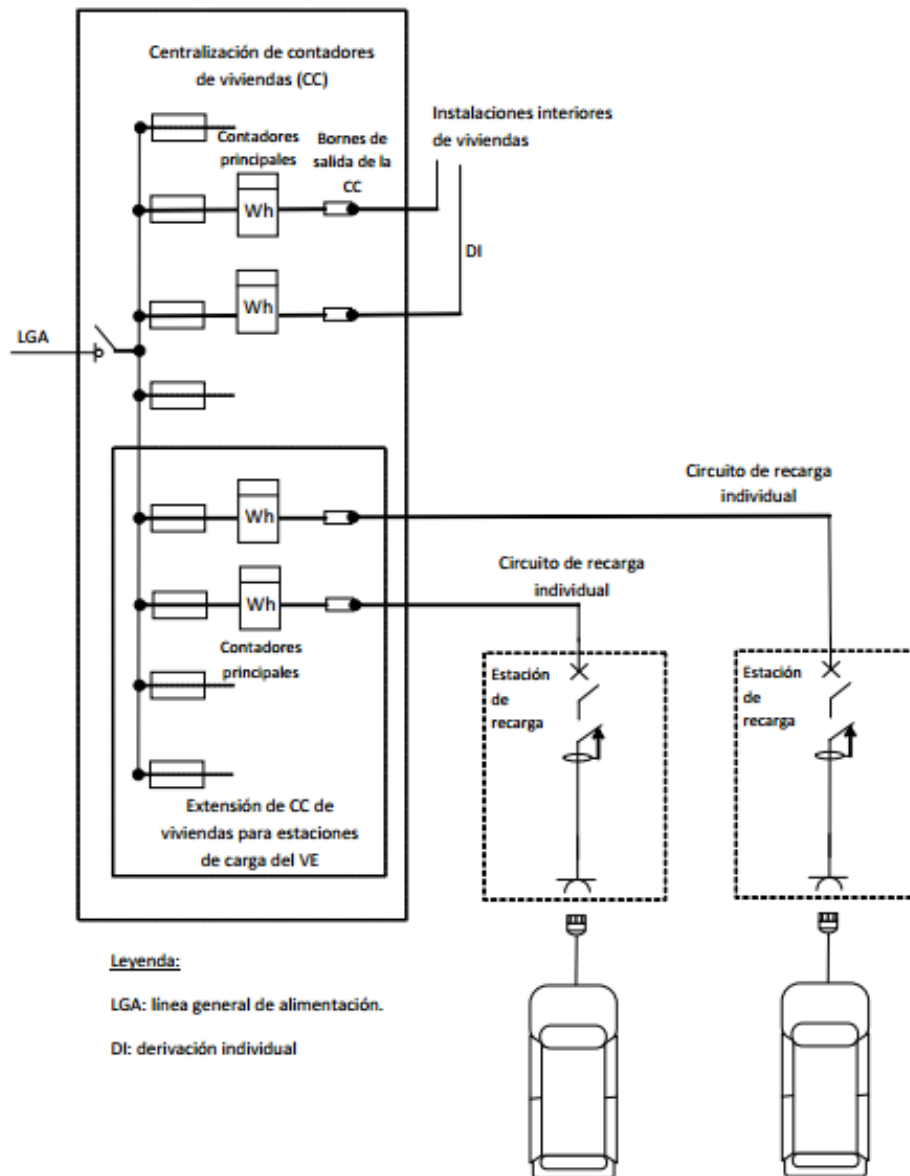


Figura 17. Instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga

10 PARARRAYOS

No existen dispositivos o métodos capaces de modificar los fenómenos atmosféricos naturales hasta el punto de impedir las descargas de rayos. Los impactos de rayo sobre las estructuras o en sus proximidades (o sobre los servicios conectados a ellas) son peligrosos para las personas, las propias estructuras, su contenido, las instalaciones y los servicios. Esta es la razón por la que son esenciales, en muchos casos, las medidas de protección contra el rayo.

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del edificio. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL II con mástil de 5 metros de altura y un radio de acción de 51 metros. Su instalación responderá a las exigencias del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SU 8.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”. Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50 mm² que enlazará la cabeza del pararrayos con los 2 electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora.

El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas.

Para el presente proyecto, se ha escogido un pararrayos del fabricante PSR, modelo PDC-S1.



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1	INSTALACIÓN DE MEDIA TENSION	91
1.1	Intensidades a plena carga.....	94
1.1.1	Intensidad nominal en media tensión.....	94
1.1.2	Intensidad nominal en baja tensión	94
1.2	Intensidades de cortocircuito.....	95
1.2.1	Cortocircuito en media tensión.....	96
1.2.2	Cortocircuito en baja tensión	96
1.3	Dimensionado del embarrado	97
1.3.1	Comprobación por densidad de corriente	97
1.3.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica	98
1.3.3	Comprobación por sollicitación térmica	98
1.3.4	Intensidad nominal máxima admisible	98
1.4	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN.....	98
1.4.1	Caudal de aire necesario	99
1.4.2	Velocidad de salida del aire.....	100
1.4.3	Sección mínima de la rejilla.....	100
1.5	ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	101
1.6	PUENTES DE MEDIA TENSIÓN	103
1.7	PUESTAS A TIERRA.....	104
1.7.1	Puesta a tierra de protección.....	105
1.7.2	Puesta a tierra de servicio.....	107
1.7.3	Red de tierras estructura edificio.....	109
2	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	111
2.1	Método de cálculo de sección de conductores.....	111
2.1.1	Criterio de la corriente máxima admisible por el conductor	111
2.1.2	Criterio de la máxima caída de tensión.....	112
2.1.3	Criterio de la intensidad de cortocircuito	116
2.1.4	Cálculo de líneas.....	116
2.1.5	Líneas Generales de Alimentación	119
2.1.6	Líneas a Cuadros Secundarios	122
2.1.7	Derivaciones Individuales a Viviendas	124
2.1.8	Circuitos Interiores de Viviendas.....	129
2.1.9	Cálculo de cortocircuitos.....	129
2.1.10	Protección contra contactos indirectos	133



3	CÁLCULO DEL PARARRAYOS.....	134
3.1	Procedimiento de verificación	134
3.2	Tipo de instalación exigido.....	136
3.3	Cálculo del volumen protegido mediante pararrayos con dispositivo de cebado....	138
4	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	140

1 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSION

Los cálculos eléctricos de la parte de media tensión del proyecto, están referidos al diseño del Centro de Transformación.

De este modo, se realizarán los cálculos necesarios para el dimensionamiento del embarrado de Media Tensión, la acometida al Centro de Transformación así como los puentes en Media Tensión.

Se dispone de un Centro de Transformación, dotado de un transformador de 630 kVA, cuya construcción está condicionada por la normativa correspondiente debidamente admitida por la compañía suministradora.

Las principales características del transformador, que utilizaremos en los cálculos, las hemos adquirido de la hoja de características, obtenido del catálogo del fabricante Schneider Electric. Estas características son:

- Potencia Asignada: 630 kVA
- Tensión Primaria asignada: 15 kV
- Tensión del secundario en vacío: 420 V
- Pérdidas (a 75 °C): 6800 W
- Tensión de cortocircuito: 6%

Tabla 15. Características del transformador Trihal

Trihal - Normas UNE 21538-1 monotensión primaria 20 kV y doble tensión primaria 13,2/20 kV y 15/20 kV - Aislamiento 24 kV ⁽¹⁾ - Pérdidas CENELEC - U CC 6%													
Potencia asignada (kVA) ⁽²⁾	160	250	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	
Tensión primaria asignada (kV)	20 o 13,2/20 o 15/20												
Nivel de aislamiento asignado (kV)	24												
Tensión secundaria en vacío (V)	420												
Grupo de conexión	Dyn 11												
Pérdidas (W)	en vacío	650	880	1.030	1.200	1.400	1.650	2.000	2.300	2.800	3.100	4.000	5.000
Debidas a la carga	a 75 °C	2.350	3.300	4.000	4.800	5.700	6.800	8.200	9.600	11.400	14.000	17.400	20.000
	a 120 °C	2.700	3.800	4.600	5.500	6.500	7.800	9.400	11.000	13.100	16.000	20.000	23.000
Tensión de cortocircuito (%)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Corriente de vacío (%)		2,3	2	1,8	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1
Corriente transitoria de conexión	10/10 valor de cresta	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5
	Constante de tiempo	0,13	0,18	0,2	0,25	0,25	0,26	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,5
Caída de tensión a plena carga (%)													
Cos φ = 1	a 75 °C	1,64	1,49	1,44	1,37	1,31	1,25	1,20	1,14	1,09	1,05	1,05	0,98
	a 120 °C	1,85	1,69	1,63	1,55	1,47	1,41	1,35	1,27	1,22	1,18	1,18	1,10
	a 75 °C	4,74	4,64	4,61	4,57	4,53	4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,35	4,30
	a 120 °C	4,87	4,77	4,73	4,68	4,63	4,59	4,55	4,50	4,47	4,44	4,44	4,38
Rendimiento (%)	Cos φ = 1	a 75 °C	98,16	98,355	98,428	98,522	98,6	98,676	98,741	98,824	98,877	98,943	99,01
	a 120 °C	97,95	98,16	98,24	98,35	98,44	98,52	98,60	98,69	98,74	98,82	98,81	98,89
	Cos φ = 0,8	a 75 °C	97,71	97,95	98,04	98,16	98,26	98,35	98,43	98,53	98,60	98,68	98,77
	a 120 °C	97,45	97,71	97,81	97,95	98,06	98,16	98,25	98,36	98,43	98,53	98,52	98,62
Carga 75%	Cos φ = 1	a 75 °C	98,38	98,56	98,63	98,72	98,79	98,85	98,91	98,98	99,03	99,09	99,14
	a 120 °C	98,22	98,42	98,49	98,59	98,67	98,74	98,80	98,88	98,93	99,00	98,99	99,05
	Cos φ = 0,8	a 75 °C	97,99	98,21	98,29	98,40	98,49	98,57	98,64	98,73	98,79	98,87	98,93
	a 120 °C	97,79	98,03	98,12	98,24	98,34	98,43	98,50	98,61	98,66	98,76	98,75	98,82
Ruido ⁽³⁾	Potencia acústica L _{wa}	62	65	67	68	69	70	72	73	75	76	78	81
	Presión acústica L _{pa} a 1 metro	50	53	55	51	56	57	59	60	61	62	63	66
(1) Resumen de niveles de aislamiento según UNE-EN 60076.													
(2) Sombreadas las potencias inferiores según UNE 21538.													
(3) Medidas según UNE 21315.													
* La potencia asignada está definida en refrigeración natural por aire (AN). En condiciones particulares se puede aumentar un 40% añadiendo ventilación forzada (AF). Consultarnos.													
Tensión más elevada para el material (kV)										7,2	12	17,5	24
kVef 50 Hz - 1 min										20	28	38	50
kV choque, 1,2/50 μs										60	75	95	125

De la página web de Gas Natural Fenosa, que es la compañía suministradora, se han obtenido las características eléctricas de la acometida, que necesitamos para realizar los diferentes cálculos del diseño de la instalación en Media Tensión:

- Tensión nominal: 15 kV
- Potencia de Cortocircuito: 400 MVA
- Sistema de puesta a tierra del neutro: Reactancia limitadora para 400 A
- Intensidad máxima de defecto: 400 A
- Tiempo máximo de disparo: 0,7 segundos

1.1 INTENSIDADES A PLENA CARGA

La intensidad a plena carga es la intensidad que adquiere el transformador cuando desarrolla su potencia nominal. Suele estar indicada en la placa de características. Los valores de corriente a plena carga de las máquinas eléctricas comúnmente aparecen en tablas, para su empleo en los cálculos de las instalaciones eléctricas.

1.1.1 Intensidad nominal en media tensión

La intensidad nominal es la intensidad de trabajo. Dicho de otro modo, es la corriente que circula por el bobinado primario cuando se está suministrando la potencia nominal del transformador. Es decir, es la intensidad máxima a la que puede trabajar el bobinado primario del transformador.

En un sistema trifásico, la intensidad nominal en el primario del transformador viene determinada por la expresión:

$$I_{n1} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- U_1 : Tensión compuesta primaria en kV
- I_{n1} : Intensidad primaria en A

Sustituyendo los valores obtenidos en el punto 1, la intensidad en el primario del transformador nos da un valor de:

$$I_{n1} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15} = 24.25A$$

1.1.2 Intensidad nominal en baja tensión

La intensidad nominal en el bobinado del secundario del transformador, se calcula con la misma expresión que para el primario pero restándole las pérdidas del transformador a la potencia nominal de este, ya que al realizarse la transformación se producen pérdidas de potencia. Al ser una máquina estática no tiene pérdidas mecánicas pero si pérdidas del hierro del circuito magnético y del cobre de los bobinados.

De la hoja de características, hemos obtenido el dato de las pérdidas totales del transformador, que son 6.800 W.

De forma que la intensidad nominal en el secundario del transformador, vendrá dada por la expresión:

$$I_{n2} = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U_2}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador en kVA
- W_{fe} : Pérdidas en el hierro en KV
- W_{cu} : Pérdidas el cobre en KV
- U_3 : Tensión compuesta en carga del secundario en KV
- I_{n3} : Intensidad secundaria en A

Sustituyendo los valores, la intensidad en el secundario del transformador es de:

$$I_{n2} = \frac{630 - 6,8}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 899,51$$

1.2 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

El cortocircuito es una conexión de poca impedancia entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada, llamada intensidad de cortocircuito.

Las causas del cortocircuito son principalmente fallos de aislamiento de la instalación o fallos en los receptores conectados, por avería o conexión incorrecta. Sus efectos pueden ser:

- **TÉRMICOS:**

La corriente muy elevada produce calentamiento de los conductores por efecto Joule. En el cortocircuito, por su pequeña duración, el calor producido se utiliza exclusivamente en elevar la temperatura del conductor (que alcanza su temperatura máxima admisible en milisegundos) sin ceder calor al exterior, provocando la destrucción del conductor.

- **ELECTRODINÁMICOS:**

Las fuerzas de atracción o repulsión que aparecen entre conductores por efecto del campo magnético creado a su alrededor por la corriente que los recorre, son directamente proporcionales al producto de esas corrientes e inversamente proporcionales a la distancia

entre conductores. Las corrientes de cortocircuito, de valor muy elevado, hacen que estas fuerzas electrodinámicas sean también muy elevadas, pudiendo destruir las barras de conexión.

1.2.1 Cortocircuito en media tensión

Para el cálculo de las magnitudes de intensidad que origina un cortocircuito, se tendrá como base la potencia de cortocircuito en el punto de acometida al Centro de Transformación, lo cual será dado por la Compañía suministradora de energía. En este caso 400 MVA.

La corriente de cortocircuito en el lado de Alta viene dado por la expresión:

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Donde:

- S_{cc} : Potencia de cortocircuito en MVA
- U_1 : Tensión compuesta primaria en KV
- I_{cc1} : Corriente de cortocircuito trifásico en A.T., en KA eficaces

Utilizando la fórmula y sustituyendo valores, tendremos:

$$I_{cc1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 15} = 15.41 \text{ kA}$$

La aparamenta prevista para el lado de Media Tensión, tiene un poder de corte en cortocircuito de hasta 16kA eficaces, por lo tanto, la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador es válida.

1.2.2 Cortocircuito en baja tensión

Para el cálculo de cortocircuito en baja tensión, para ser más conservadores y, por tanto, obtener unos resultados más seguros, se realiza la hipótesis de una potencia de cortocircuito primaria infinita.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión, la calcularemos con la expresión utilizada para un transformador, que es:

$$I_{cc2} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_2}$$

Donde:

- I_{cc2} : Corriente de cortocircuito en Baja Tensión dada en kA
- S: Potencia del transformador en kVA
- U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador dada en %
- U_2 : Tensión compuesta Secundaria en Voltios a plena carga

La fórmula anterior la hemos obtenido a partir de la expresión general de la potencia del transformador y del ensayo de cortocircuito del mismo. Uno de los propósitos del ensayo de cortocircuito, es el de conocer las pérdidas de voltaje cuando el transformador está trabajando a corriente nominal. Gracias al ensayo de cortocircuito, podemos conocer la tensión de corto circuito.

Se llama tensión de cortocircuito de un transformador a la tensión expresada en % de la nominal, a la que es preciso aplicar al primario para hacer circular la corriente nominal I_{2n} por el secundario, estando este en cortocircuito. Este valor lo podemos ver en las características del transformador.

Sustituyendo los valores en la expresión nos queda que la corriente de cortocircuito en el lado de Baja Tensión es de:

$$I_{cc2} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0.06 \cdot 0.4} = 15.15 \text{ kA}$$

Vemos que en este caso la corriente de cortocircuito será 15,15 kA en bornas de Baja Tensión del transformador. Si se considera la línea de Baja Tensión de enlace con el barraje del CGBT y la línea de Alta Tensión, su valor será inferior. En los cálculos justificativos de BT se facilita este dato.

1.3 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

1.3.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

1.3.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3 de este capítulo, por lo que:

$$I_{CCP} = 2.5 \cdot I_{CC1} = 2.5 \cdot 15.41 = 38.53 \text{ kA}$$

1.3.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc1} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_1} = 15.41 \text{ kA}$$

1.3.4 Intensidad nominal máxima admisible

El embarrado de las celdas a instalar, deberá estar dimensionado para soportar la intensidad nominal que circulará por el lado de Media Tensión. Anteriormente, se ha obtenido un valor de 24,25 A de corriente que circulará por el embarrado de dichas celdas.

Los principales fabricantes de celdas tienen normalizados los valores de 400 y 630 A de intensidad nominal. En este caso, si nos fijamos en las características de las celdas en el capítulo de la memoria, las celdas instaladas son de 400 A por lo que son válidas para la intensidad calculada.

1.4 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

Consiste en la determinación de la altura y las secciones de los orificios de ventilación. La ventilación del local o de la envolvente tiene por objeto disipar por convección natural o forzada las calorías producidas por las pérdidas totales del transformador en funcionamiento.

Una correcta ventilación se consigue con un orificio de entrada de aire fresco y limpio de sección “S” en la parte inferior del local y de un orificio de salida de aire “S” situado en la parte superior, en la pared opuesta del local y a una altura H del orificio de entrada, como se muestra en la figura:

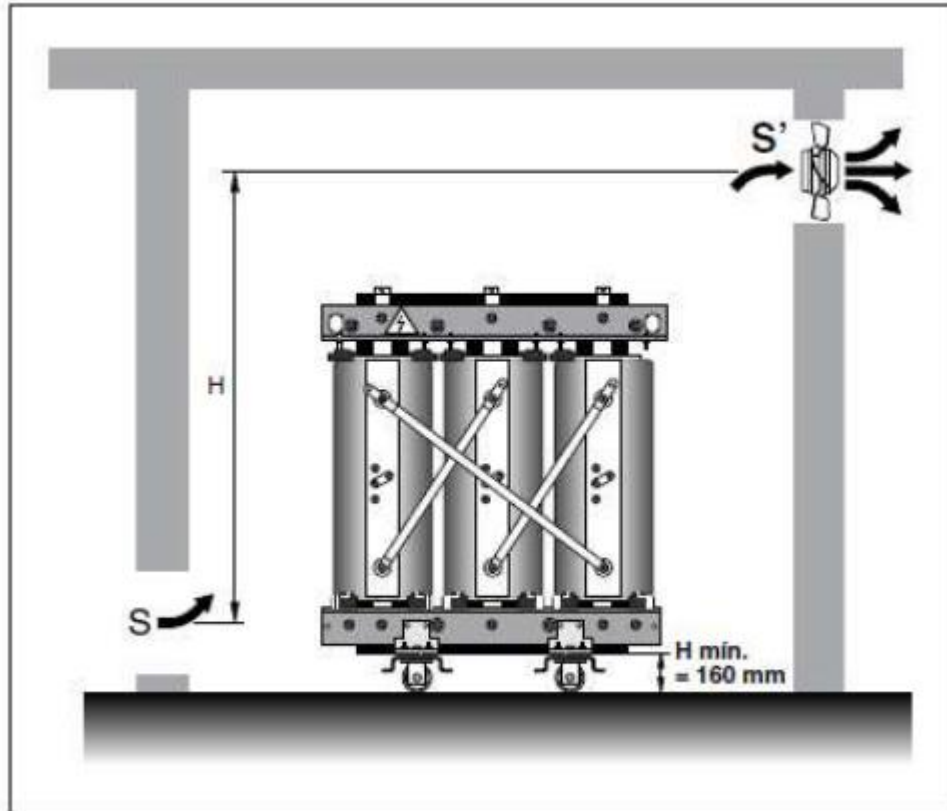


Figura 18. Dimensionamiento de la ventilación del transformador

Para garantizar una ventilación eficaz del transformador mediante una circulación de aire suficiente, es obligatorio mantener una altura mínima de 150 mm bajo la parte inferior en tensión, colocando las ruedas del transformador o en su defecto una altura equivalente.

Debe observarse que una circulación de aire restringida conlleva una reducción de la potencia nominal del transformador. La ventilación forzada, es necesaria en caso de locales pequeños, mal ventilados, que tengan una temperatura media superior a 20 °C o en caso de sobrecargas frecuentes del transformador.

Para ello calcularemos el caudal de aire necesario, la velocidad de salida de aire y la sección de rejilla necesaria.

1.4.1 Caudal de aire necesario

Se calculará el caudal de aire necesario para absorber la energía liberada por el transformador en forma de pérdidas. Para los cálculos se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_a = \frac{P_{pt}}{1,16 \cdot \Delta\theta}$$

Donde:

- Q_a : Caudal de aire necesario (m³/s).

- P_{pt}: Pérdida de potencia del transformador a plena carga (kW).
- Δθ: Incremento de temperatura de aire admitido.
- 1,16: Constante de la energía que absorbe 1 m³ por cada grado centígrado de aumento de temperatura (kJ °C/m³).

$$Q_a = \frac{7.6}{1,16 \cdot 15} = 0,44 \frac{m^3}{s}$$

Partiendo de los datos de unas pérdidas de 7.6 kW a plena carga y un incremento de temperatura de aire admitido de 15 °C y sustituyéndolos en la ecuación se obtiene un caudal de aire necesario de $0,44 \frac{m^3}{s}$.

1.4.2 Velocidad de salida del aire

La velocidad de salida del aire se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V_s = \frac{4,6 \cdot \sqrt{H}}{\Delta\theta}$$

Donde:

- V_s: Velocidad de salida del aire (m/s).
- H: Distancia vertical entre los centros de las rejillas de entrada y salida (m).

$$V_s = \frac{4,6 \cdot \sqrt{2}}{15} = \frac{0,43 \text{ m}}{s}$$

Tomando una distancia entre rejillas superior e inferior de 2 m y sustituyendo valores en la ecuación se obtiene una velocidad de salida del aire de 0,43 m/s.

1.4.3 Sección mínima de la rejilla

La sección mínima de la rejilla se obtiene de la siguiente ecuación:

$$S_r = \frac{Q_a}{V_s}$$

Donde:

- S_r: Sección neta mínima de la rejilla (m²).

$$S_r = \frac{0,44}{0,43} = 1,02 \text{ m}^2$$

Sustituyendo en la ecuación los valores de caudal de aire necesario y velocidad de salida del aire calculados se obtiene una sección neta mínima de la rejilla de 1,02 m².

Dado que las láminas de la rejilla disminuyen el paso del aire por su disposición, para impedir el paso de agua, pequeños animales y objetos metálicos, se opta por sobredimensionar la sección neta calculada.

La sección total puede obtenerse de la siguiente ecuación:

$$S_T = \frac{S_r}{1 - K_v}$$

Donde:

- K_v : Coeficiente de ocupación de la persiana de láminas.

$$S_T = \frac{1,02}{1 - 0,3} = 1,46 \text{ m}^2$$

Para las persianas de láminas comunes de mercado puede tomarse un K_v de 0,3, obteniéndose al sustituir en la ecuación **una sección total de rejilla de 1,46 m²**, un 40% mayor que la sección neta calculada.

1.5 ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

La compañía suministradora permitirá la conexión del centro de transformación a 15 KV con conductores de características determinadas por ella, que se conectarán directamente a las celdas de entrada y salida. Estas celdas estarán construidas bajo normas que garantizan el cumplimiento de las condiciones de tensiones nominales y de pruebas, exigidas. Asimismo cumplirán las condiciones exigidas para las intensidades nominales y de cortocircuitos calculadas anteriormente.

Acorde a la normativa de Gas Natural Fenosa, que es la compañía suministradora, especifica cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina RHZ1 – 20 L para redes de 12/20 kV” de acuerdo con la Norma UNE HD 620. Podemos calcular el cable que se necesitará en la acometida al centro de transformación.

En la tabla siguiente, se encuentran las intensidades de cortocircuito máximas admisibles por los conductores según su sección:

Tabla 16. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA

Sección (mm ²)	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
95	28,4	20,1	16,4	12,7	11,6	9,0	7,3	6,3	5,7	5,2
150	44,8	31,7	25,8	20,0	18,3	14,2	11,6	10,0	9,0	8,2
240	71,7	50,7	41,4	32,1	29,3	22,7	18,5	16,0	14,3	13,1

En el presente documento hemos calculado una intensidad de cortocircuito en el lado de Media Tensión de 15,41 kA, con una duración de 1 segundo. Por lo tanto, una sección de la acometida de 150 mm² sería válida, sin embargo la compañía indica sección de 240 mm², por lo que se seguiría cumpliendo.

Por otro lado, la tabla de intensidades máximas permanentes admisibles:

Tabla 17. Intensidades máximas permanentes admisibles

	RHVS 12/20 kV	
Sección mm ²	95	150
ϕ Exterior aprox. (haz con fiador) mm	78	85
ϕ del conductor min./máx. mm	11/12	13,7/15
Espesor nominal aislamiento mm	5,5	5,5
Espesor nominal cubierta mm	2,7	3
Nº mín. alambres conductor	15	15
Temp.°C Máx. Normal/CC máx. 5 seg	90/250	90/250
Nivel aislamiento impulsos kV	125	125
Intensidad admis. cc. 0,1 seg kA (90° cable)	28,3	44,7
Intensidad admis. aire a 40° (90° cable) XLPE	245	320
Resistencia máx. a 20°C Ω/km	0,320	0,206
Diámetro aparente (mm)	78	85
Reactancia inductiva Ω/km	0,119	0,110
Peso aprox. kg/km (haz con fiador)	4550	5550

Vemos que para la sección escogida de 150 mm² y de 240 mm² por consiguiente, cumple el criterio, ya que según lo calculado como la intensidad máxima en servicio permanente es de 24,25 A.

Figura 19. Constitución del cable RHZ1 – 20L

Para el proyecto, el cable anteriormente descrito se ha escogido del fabricante Prysmian. Su tabla de características es la siguiente:

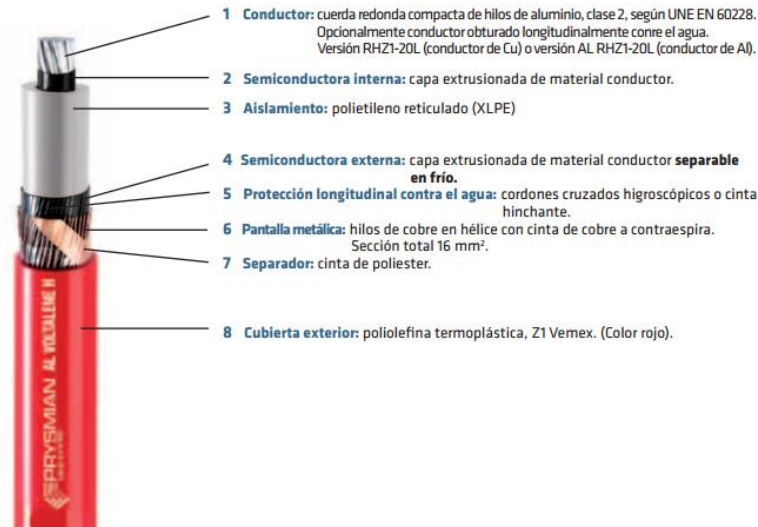


Tabla 18. Características del cable RHZ1 – L20 del fabricante Prysmian

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²)	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
1x150/16 1x240/16	37011355 20993429	14 18	30,8 34,7	34,2 38,1	40,3 44,2	1610 2020	645 707	806 884

1.6 PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

Los puentes de Media Tensión, se refiere al tramo que va desde la celda de protección del transformador, hasta las bornas del primario de dicho transformador.

El cable utilizado en el tramo a estudio, será el mismo que el empleado para la acometida del punto anterior. Este cable es RHZ1 (cable unipolar de aluminio con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de compuesto de poliolefina) de 240 mm² de sección.

El tiempo máximo admisible que estos cables soportan una sobreintensidad debido a un cortocircuito y la densidad de corriente admisible por este tipo de cable son los mismos que los calculados para la acometida del apartado anterior.

1.7 PUESTAS A TIERRA

Para los cálculos de puesta a tierra se tendrán en cuenta los siguientes datos aportados por la compañía Gas Natural Fenosa:

- Tensión de servicio: $U_n = 15 \text{ kV}$
- Resistencia del neutro: $R_n = 0 \Omega$
- Reactancia del neutro: $X_n = 25 \Omega$
- Intensidad máxima de defecto en el origen de la línea: $I_{dm} = 400 \text{ A}$.
- Duración del paso de la corriente de defecto de 0,7 segundos.
- El nivel de aislamiento del equipo de BT es de 10 kV

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este CT se determina una resistividad media de $150 \Omega\text{m}$. Para el caso del hormigón la resistividad será de $3.000 \Omega\text{m}$.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, basándose en unos electrodos tipo; del mismo modo proporciona un método para calcular las tensiones de paso y contacto y la resistencia de puesta a tierra que se obtendrá con el electrodo tipo seleccionado

Existen tres configuraciones de electrodos:

- Bucle rectangular de conductor de cobre desnudo de sección 50 mm^2 , sin picas.
- Bucle rectangular con 4/8 picas de diámetro 14 mm y longitudes 2, 4, 6, u 8 m.
- Electrodo longitudinal con 2, 3, 4, 6, u 8 picas alineadas.

Para los cálculos se usarán las siguientes ecuaciones:

$$R_T = K_r \cdot \rho$$

$$X_n = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{d \max}}$$

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}}$$

$$U_d = R_T \cdot I_d$$

$$U_p = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1000} \right)$$

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d$$

$$U_{p(acc)} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right)$$

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

- U_n : Tensión de línea de servicio de la red (V).
- R_n : Resistencia de puesta a tierra del neutro de la red de MT (Ω).

- R_T : Resistencia de la tierra de protección del CT (Ω).
- X_n : Reactancia de puesta a tierra del neutro de la red de MT (Ω).
- I_d : Intensidad de defecto en el CT (A).
- I_{dmax} : Intensidad máxima de defecto en el origen de la línea (A).
- U_d : Tensión de defecto (V).
- U_p : Tensión de paso máxima admisible (V).
- U'_p : Tensión de paso de la instalación proyectada (V).
- $U_{p(acc)}$: Tensión de paso para una resistividad distinta en cada pie (V).
- ρ : Resistividad del terreno (Ωm).
- ρ' : Resistividad del hormigón (Ωm).
- t : Duración máxima del paso de la corriente de defecto (s).
- K : Constante en función del tiempo t .
- n : Constante en función del tiempo t .
- D : Distancia mínima entre electrodos de protección y de servicio (m).

1.7.1 Puesta a tierra de protección.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales, de todos los equipos instalados en el Centro de Transformación, se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de Baja Tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, las rejillas de ventilación y puertas metálicas de Centro, etc.

Se realizará con cable de cobre de 50 mm² RV 0.6/1 kV con las siguientes características:

- Configuración seleccionada: 5/32 del método de cálculo de tierras UNESA.
- Geometría del sistema: Picas alineadas.
- Distancia entre picas: 3 metros.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 metros.
- Numero de picas: 3 de 14mm de diámetro
- Longitud de las picas: 2 metros.

Según la configuración seleccionada se tendrán en cuenta los siguientes valores según el método de UNESA:

$$- K_r = 0,135 (\Omega/\Omega m).$$

$$- K_p = 0,0252 (V/\Omega m).$$

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 150 = 20,25 \Omega.$$

Con los datos de K_r y ρ en la ecuación se obtiene una **R_T de 20,25 Ω .**

$$X_n = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{dmax}} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 21,65 \Omega$$

Para calcular la intensidad de defecto son necesarios los valores de R_n y X_n que deben ser proporcionados por la compañía. En este caso Gas Natural Fenosa sigue el criterio de hacer la resistencia despreciable frente a la reactancia, esta reactancia se obtendrá con el dato proporcionado de I_{dmax} , que introducido en la ecuación nos da $21,65\Omega$.

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{20,25^2 + 21,25^2}} = 295,04 \text{ A}$$

Con el valor de X_n y una tensión de servicio de la red de 15 kV en la ecuación se obtiene una **Id de 295,04 A.**

$$U_d = R_T \cdot I_d = 20,25 \cdot 295,04 = 5974,63 \text{ V}$$

Con los datos de I_d y R_T en la ecuación se obtiene una tensión de defecto **Ud de 5.974,63 V.**

Para una duración de paso de la corriente de 0,7 s los valores de K y n son 72 y 1 respectivamente.

$$U_p = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \left(1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1954,28 \text{ V}$$

Introduciendo estos valores en la ecuación y con una resistividad del terreno de $150 \Omega m$ se obtiene una tensión de paso admisible **Up de 1.954,28 V.**

$$U_{p(acc)} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \left(1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 10.748,57 \text{ V}$$

Con estos mismos valores y una resistividad para el hormigón de $3.000 \Omega m$ en la ecuación se obtiene una tensión de paso para una resistividad distinta en cada pie (acceso al CT) **Up(acc) de 10.748,57 V.**

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0252 \cdot 150 \cdot 295,04 = 1115,25 \text{ V}$$

Para un K_p de 0,0252, una I_d de 295.04 A y una resistividad de $150 \Omega m$ según la ecuación se obtiene una tensión de paso en la instalación proyectada **Up de 1.115,25 V.**

Condiciones:

- Tensión de paso de la instalación proyectada \leq Tensión de paso máxima admisible.

$$1.115,25 \leq 1954,28$$

- Tensión de paso de la instalación proyectada \leq Tensión de paso para una resistividad distinta en cada pie.

$$1.115,25 \leq 10.748,57$$

- Nivel de aislamiento del equipo de BT del CT a frecuencia industrial \geq Tensión de defecto U_d .

$$10.000 \geq 5.974,63$$

1.7.2 Puesta a tierra de servicio.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, los neutros de cada transformador del sistema de Baja Tensión se conectan a una toma de tierra independiente del sistema de Media Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm² de Cu, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos. Será de las mismas características que las citadas anteriormente:

- Configuración seleccionada: 5/22 del método de cálculo de tierras UNESA.
- Geometría del sistema: Picas alineadas.
- Distancia entre picas: 3 metros.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 metros.
- Numero de picas: 2 de 14mm de diámetro
- Longitud de las picas: 2 metros.

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de BT, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 ohmios. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a: $37 \times 0,650 = 24 \text{ V}$

Según la configuración seleccionada se tendrán en cuenta los siguientes valores según el método de UNESA:

$$-K_r = 0,201 (\Omega/\Omega\text{m}).$$

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,201 \cdot 150 = 30,15 \Omega$$

Con un valor de K_r de 0,201 ($\Omega/\Omega\text{m}$) y una resistividad de 150 (Ωm) según la ecuación se obtiene una **R_T de 30,15 Ω .**

Condición:

- R_T de la instalación proyectada $\leq 37 \Omega$.

$$30,15 \leq 37$$

- **Separación de los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro)**

Para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, en el momento en que se esté disipando un defecto por el sistema de tierra de protección, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, la cual, será función de la resistividad del terreno y de la intensidad de defecto. La máxima diferencia de potencial que puede aparecer entre el neutro de BT y una tierra lejana no afectada, no debe ser superior a 1.000 V.

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{150 \cdot 295,04}{2000 \cdot 3,14} = 7,04 \text{ m}$$

Para una I_d de 295,04 A y una resistividad de 150 Ωm , según la ecuación se obtiene una distancia mínima **D de 7,04 m**.

1.7.3 Red de tierras estructura edificio

Para el cálculo de la red de tierras se cumplirá con lo establecido en la ITC-BT- 18 del REBT.

El REBT no especifica ningún valor mínimo para la resistencia de tierra, sin embargo, se pueden obtener valores máximos a través del valor máximo admisible de la sensibilidad de los diferenciales (30mA) y las tensiones de contacto que para el caso de un esquema TT como es el caso de este proyecto serán de 24 y 50 Voltios como máximo. El valor más restrictivo se obtiene con 24 V y 30 mA, dando 800 Ω , que sería el máximo para la suma de resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

Por otro lado la guía técnica de aplicación del REBT aconseja que en la práctica la resistencia a tierra debería ser inferior a 15 Ω para edificios con pararrayos y de 37 Ω para edificios sin pararrayos. Estos serán los valores tomados de referencia para los cálculos.

Según la información recibida, la naturaleza del terreno donde se colocará la red de tierras tiene una resistividad de 150 Ω .

En nuestro caso tenemos 240 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm². La resistencia en ohmios del conductor enterrado horizontalmente es:

$$R_{1t} = \frac{2\rho}{L_1}$$

Donde:

- R_{1t} : resistencia de tierra del electrodo en ohmios.
- ρ : Resistividad del terreno en Ω m.
- L_1 : Longitud del conductor en m.

$$R_{1t} = \frac{2 \cdot 150}{240} = 1,25 \Omega$$

Aplicando los datos anteriores en la ecuación se obtiene una resistencia de 1,25 Ω .

De acuerdo con el resultado cumpliríamos teóricamente sin ser necesaria ninguna pica adicional, aun así, por seguridad y por la necesidad de medir en campo y comprobar que la resistividad no supera los 37 Ω , se dispondrá de 1 arqueta de comprobación y puesta a tierra con pica de acero de 2 m y $\varnothing 14$ tal y como puede observarse en el plano de Red de Tierra. Dichas picas, una vez colocadas en paralelo tendrán una resistencia de paso a tierra de:

$$R_{2t} = \frac{\rho}{nL_2}$$

Donde:

- R_{2t} resistencia de tierra del electrodo en ohmios.
- ρ : Resistividad del terreno en Ω m.
- L_2 : Longitud de la pica en m.

- n: Número de picas.

$$R_{2t} = \frac{150}{2 \cdot 2} = 37,5 \Omega$$

Aplicando los datos de las picas en la ecuación se obtiene una resistencia de 37,5 Ω .

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R_T = \frac{R_{1t} \cdot R_{2t}}{R_{1t} + R_{2t}} = \frac{1,25 \cdot 37,5}{1,25 + 37,5} = 1,21 \Omega$$

Aplicando los valores de R_{1t} y R_{2t} en la ecuación se obtiene una **resistencia total de paso a tierra de 1,21 Ω .**

2 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

2.1 MÉTODO DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES

El método de cálculo para obtener las secciones de los conductores se realiza con la comprobación de los siguientes criterios:

- Criterio de la corriente máxima admisible por el conductor
- Criterio de la máxima caída de tensión
- Criterio de la intensidad de cortocircuito

2.1.1 Criterio de la corriente máxima admisible por el conductor

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

Tabla 19. Temperaturas máximas para cables con aislamiento seco

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC)		
$S \leq 300 \text{ mm}^2$	70	160
$S > 300 \text{ mm}^2$	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

En la tabla anterior, obtenida de la ITC-BT-07 se recogen las temperaturas máximas, en °C asignadas los distintos tipos de conductores.

Para el cálculo de intensidad se emplearán las siguientes fórmulas:

En monofásico: $I = \frac{W}{V \cdot \cos \varphi}$

En trifásico: $I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$

Donde:

- I : Intensidad en la línea, en amperios.
- W : Potencia que se transporta en vatios.
- V : Tensión en voltios (en fases para corriente trifásica)
- $\cos\varphi$: Se considera la unidad para alumbrado led y 0,8 (media) para motores. El factor de potencia utilizado será 0.9 salvo en los motores.

2.1.2 Criterio de la máxima caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura. Las caídas de tensión admisibles según el REBT para instalaciones que sean alimentadas desde alta tensión y que posean ellas su propio centro de transformación, según ITC-BT 19, entre las bornas de baja tensión y el punto final donde termina la línea, son del 4,5% para el alumbrado y 6.5% para los demás usos.

La expresión que se utiliza para el cálculo de la caída de tensión que se produce en una línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta (inferior a unos 50km.), mostrado en la siguiente figura, junto con su diagrama vectorial.

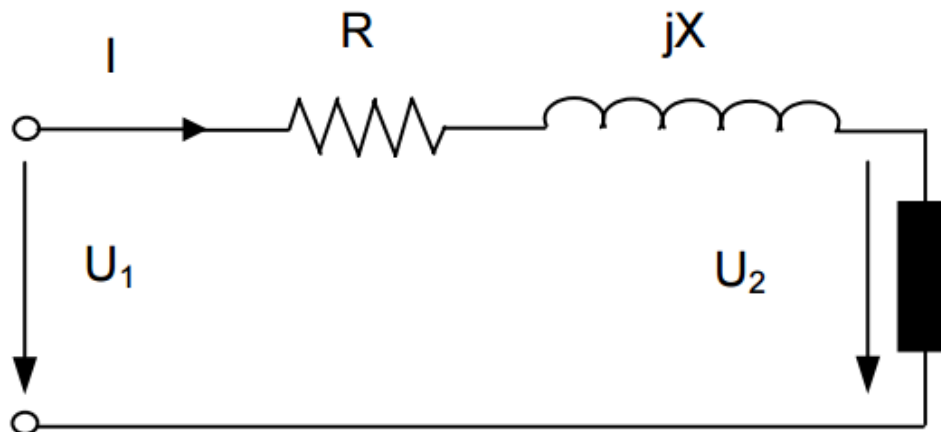


Figura 20. Circuito equivalente de una línea corta

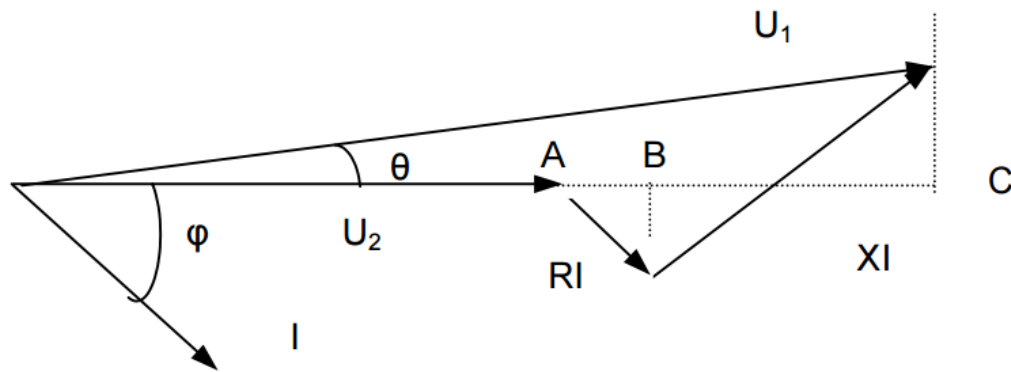


Figura 21. Diagrama vectorial.

Debido al pequeño valor del ángulo θ , entre las tensiones en el origen y extremo de la línea, se puede asumir sin cometer prácticamente ningún error, que el vector U_1 es igual a su proyección horizontal, siendo por tanto el valor de la caída de tensión:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \cong AB + BC = R I \cos \varphi + X I \operatorname{sen} \varphi$$

Como la potencia transportada por la línea es:

En trifásico: $P = \sqrt{3} \cdot U_1 I \cos \varphi$

En monofásico: $P = U_1 I \cos \varphi$

Basta con sustituir la intensidad calculada en función de la potencia en la fórmula de la caída de tensión y tener en cuenta que en trifásico la caída de tensión de línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según esta fórmula, y que en monofásico habrá que multiplicarla por un factor de dos para tener en cuenta tanto el conductor de ida como el de retorno.

Caída de tensión en trifásico: $\Delta U_{III} = R + X \tan \varphi \left(\frac{P}{U_1} \right)$

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_I = 2 (R + X \tan \varphi) \left(\frac{P}{U_1} \right)$

Donde:

- ΔU_{III} : Caída de tensión de línea en trifásico en voltios.
- ΔU_I : Caída de tensión de línea en monofásico en voltios.
- R: Resistencia de la línea en Ω .
- X: Reactancia de la línea en Ω .
- P: Potencia en vatios transportada por la línea.
- U_1 : Tensión de la línea según sea trifásica o monofásica, (400V en trifásico, 230V en monofásico).

- Tan ϕ : Tangente del ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga.

La reactancia, X , de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En el caso de redes de distribución subterráneas, aunque se suelen obtener valores del mismo orden, es posible su cálculo en función de la separación entre conductores, determinando lo que se conoce como separación media geométrica entre ellos.

En ausencia de datos se puede estimar el valor de la reactancia inductiva como $0,1\Omega/\text{km}$, o bien como un incremento adicional de la resistencia. Así podemos suponer que para un conductor cuya sección sea:

Tabla 20. Valores aproximados de la reactancia inductiva

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \cong 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \cong 0,15 \text{ R}$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \cong 0,20 \text{ R}$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \cong 0,25 \text{ R}$

Para secciones menores o iguales de 120 mm^2 , como es lo habitual tanto en instalaciones de enlace como en instalaciones interiores, la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia, y por tanto las fórmulas anteriores se pueden simplificar de la siguiente forma:

$$\text{Caída de tensión en trifásico: } \Delta U_{\text{III}} = \frac{(R \cdot P)}{U_1}$$

$$\text{Caída de tensión en monofásico: } \Delta U_{\text{I}} = 2 \frac{(R \cdot P)}{U_1}$$

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + (\alpha(\theta - 20))] = (\rho_0 L) / S$$

$$R_{20cc} = \frac{L \rho_{20}}{S}$$

$$\rho_0 = \rho_{20} [1 + \alpha(\theta - 20)]$$

Donde:

- R_{tca} : Resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura θ .
- R_{tcc} : Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ .
- R_{20cc} : Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C .
- Y_s : Incremento de la resistencia debido al efecto piel (o efecto skin).
- Y_p : Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad.
- α : Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^\circ\text{C}^{-1}$.
- ρ_0 : Resistividad del conductor a la temperatura θ .

- ρ_{20} : Resistividad del conductor a 20 °C. S sección del conductor en mm².
- L: Longitud de la línea en m.

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.

$$c = (1 + Y_S + Y_P) = \cong 1,02$$

Combinando las dos primeras ecuaciones del cálculo de la resistencia se obtiene:

$$R = \frac{c\rho_0 L}{S}$$

Sustituyendo este valor de la resistencia en las ecuaciones de caída de tensión se obtiene:

Cálculo de la sección en trifásico: $S = \frac{c\rho\theta PL}{\Delta U_{III} U_1}$

Cálculo de la sección en monofásico: $S = 3 \frac{c\rho\theta PL}{\Delta U_I U_1}$

Donde:

- S: Sección calculada según el criterio de la caída de tensión máxima admisible en mm².
- c: Incremento de la resistencia en alterna. (Se puede tomar $c=1,02$).
- $\rho\theta$: resistividad del conductor a la temperatura de servicio prevista para el conductor ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)
- P: Potencia activa prevista para la línea, en vatios.
- L: Longitud de la línea en m.
- ΔU_{III} : Caída de tensión máxima admisible en voltios en líneas trifásicas.
- ΔU_I : Caída de tensión máxima admisible en voltios en líneas monofásicas.
- U_1 : Tensión nominal de la línea (400V en trifásico, 230V en monofásico).

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto de proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad que se denomina conductividad (" γ ", en unidades $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$). Además se suele utilizar la letra "e" para designar a la caída de tensión en voltios, tanto en monofásico como en trifásico, y la letra U para designar la tensión de línea en trifásico (400V) y la tensión de fase en monofásico (230V). Con estas simplificaciones se obtienen las expresiones siguientes para determinar la sección.

En conclusión, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Para sistemas trifásicos:

Sección:

$$S = \frac{PL}{\gamma e U}$$

Caída de tensión:

$$e = \frac{PL}{\gamma S U}$$

- Para sistemas monofásicos:

Sección:

$$S = 2 \frac{PL}{\gamma e U}$$

Caída de tensión:

$$e = 2 \frac{PL}{\gamma S U}$$

Donde la conductividad se puede tomar de la siguiente tabla:

Tabla 21. Valores de conductividad según temperatura

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

2.1.3 Criterio de la intensidad de cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160 °C para cables con aislamientos termoplásticos y de 250 °C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

2.1.4 Cálculo de líneas

Para el cálculo de líneas se tendrá en cuenta todo lo descrito anteriormente referente a los criterios de selección de la sección de los conductores.

Las derivaciones individuales, según la instrucción ITC-BT-15, la forman las Líneas De Derivación Individual (LDI) y unen el Cuadro General de Baja Tensión con los Cuadros Secundarios.



La canalización de estas líneas se realizará bajo bandeja de rejilla con cables unipolares y serán trifásicos. Según las tablas de la norma UNE-20460-5-523 se obtienen las intensidades máximas admisibles para estas líneas.

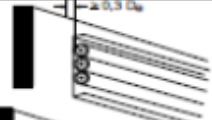
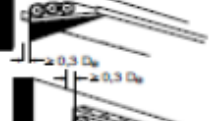
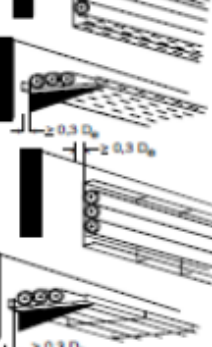
Por último, las derivaciones a los receptores son las que comunican los Cuadros Secundarios con los receptores finales. De la tabla 23 de la normativa citada obtenemos los métodos de instalación de referencia.

En el caso de estudio, los métodos de instalación de referencia serán para los multiconductores B2 (baja tubo) o E (bajo bandeja perforada), mientras que para los unipolares

serán B1 (baja tubo) o F (bajo bandeja perforada). En el caso de los elementos de la cocina, el método de instalación de referencia escogido en las tablas será un B2, ya que aunque irán principalmente por bandeja, la terminación del circuito es bajo tubo y este tiene valores más restrictivos.

Tabla 22. Método de instalación que facilitan las indicaciones para determinar las intensidades admisibles. (Tabla 52-B2 UNE 20460-5-523)

4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella	B1
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería, no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conducto de ella	B2

Punto n°	Métodos de instalación	Descripción	Método de instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles (véase la tabla 52-B1)
1	2	3	4
30		— sobre bandejas de cables no perforadas	C con punto 2 de la tabla 52 – E1 ⁽¹⁾
31		— sobre bandejas de cables perforadas	E ó F con punto 4 de la tabla 52 – E1 ⁽¹⁾
32		— sobre abrazaderas o rejillas	E ó F









Además se deberá obtener el factor de agrupamiento de los cables conductores según el método de instalación. Este valor se establece en la tabla 24 de la citada norma UNE.

Tabla 23. Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos o varios cables multiconductores a aplicar a valores de las intensidades admisibles (Tabla 52-E1 UNE 20460-5-523)

Punto	Disposición de los cables (En contacto)	Número de circuitos o de cables multiconductores												Tablas de los métodos de referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores			52 – C1 a 52 – C6 método C
3	Capa única fijada bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
NOTA 1 – Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.														
NOTA 2 – Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario ningún factor de reducción.														
NOTA 3 – Los mismos factores de corrección se aplican: – a los grupos de dos o tres cables unipolares; – a los cables multiconductores.														
NOTA 4 – Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores.														
NOTA 5 – Si un agrupamiento está formado por n conductores unipolares cargados, puede ser considerado como $n/2$ circuitos de dos conductores cargados o como $n/3$ circuitos de tres conductores cargados.														
NOTA 6 – Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas 52 – C1 a 52 – C12, la precisión de los valores tabulados está en un $\pm 5\%$.														
NOTA 7 – Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no previstos en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas 52 – E4 y 52 – E5.														

Para finalizar el cálculo de la intensidad admisible se establecerá analizándose según el método de instalación (tubo o bandeja) y el número de conductores cargados y tipo de aislamiento de estos.

Tabla 24. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento. ITC-BT-19. Tabla 1

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes.	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial y empotrados en obra.			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3D						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D.							3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D.									3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
Cobre			mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	205
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
			300				360	404	423	484	524	565	640	821

2.1.5 Líneas Generales de Alimentación

Para obtener la sección necesaria para las líneas generales de alimentación empleamos el método de caída de tensión. Para ellos aludiremos a las fórmulas anteriormente citadas.

Para el dato de la conductividad del cobre escogeremos el valor común que será para el caso de 20°C dado que el cable ira protegido de polietileno reticulado el cual tiene la característica de termoestable. Con lo que utilizaremos una conductividad de 56 m / Ω mm².

Calcularemos la intensidad que le corresponderá a cada LGA en función de su potencia demandada.

LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN		1	2	3	4	5	6	7
DESTINO		PORTAL A	PORTAL B	PORTAL C	PORTAL D	PORTAL E	PORTAL F	VEHICULOS ELECTRICOS
POTENCIA (Kw)		140,04	115,8	134,52	129	128,9	134,52	33,12
LONGITUD (m)		65	42	25	27	37	60	60
INTENSIDAD (A)		224,6	185,7	215,7	206,9	206,7	215,7	53,18
U (V)		400/230	400/230	400/230	400/230	400/230	400/230	400/230
C.D.T. MÁX. 0.5% (V)		2	2	2	2	2	2	2
COS		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SECCION POR CAIDA (mm2)		203	109	75	78	106	180	44
C.D.T (V)		1,69	1,81	1,58	1,64	1,77	1,95	1,77
C.D.T (%)		0,42	0,45	0,4	0,41	0,44	0,4	0,44
CONDUCTORES		Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
AISLAMIENTO		0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV
SECCIÓN ADOPTADA		3,5 x 240 mm2	3,5 x 120 mm2	3,5 x 95 mm2	3,5 x 95 mm2	3,5 x 120 mm2	3,5 x 185 mm2	3,5 x 50 mm2

A. Explicación del cálculo de las tablas

- 1) Se calcula la corriente de la línea: $I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi'}$
- 2) Calculamos la sección necesaria con la fórmula: $S = \frac{PL}{\gamma e U}$
- 3) Se escoge la sección normalizada inmediatamente superior a la calculada.

Secciones (mm ²)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

- 4) Se comprueba la caída de tensión: $e = \frac{PL}{\gamma S U}$
- 5) Se calcula caída de tensión en porcentaje: $e (\%) = \frac{e}{U} \cdot 100$
- 6) Y para obtener la sección por capacidad térmica, se verifica tabla según tipo de cable, se comprueba que la intensidad admisible de esa sección sea mayor que la demandada, en caso menor se escoge sección según intensidad admisible necesaria.

2.1.6 Líneas a Cuadros Secundarios

Las secciones por intensidad admisible se hacen acorde al aislamiento corrugado XLPE, y con conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra. Por tanto, seguiríamos la columna 8 (trifásico) columna 9 (monofásico) de la tabla 17.

Tabla 25. Cálculo secciones línea a cuadros secundarios

DESTINO	POTENCIA (kw)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX. (V)	COS	SECCION POR CAIDA (mm2)	SECCIÓN NORMALIZADA	SECCION POR CALENTAMIENTO	C.D.T (V)	C.D.T (%)	CONDUCTORES	AISLAMIENTO	SECCIÓN ADOPTADA
PORTAL A	14	15	22,48	400	4	0,9	2,34	10	2,5	0,94	0,23	Cobre	0,6/1 kV	4 x 10 mm2 + TT
PORTAL B	17	15	27,30	400	4	0,9	2,85	10	4	1,14	0,28	Cobre	0,6/1 kV	4 x 10 mm2 + TT
PORTAL C	14	15	22,48	400	4	0,9	2,34	10	2,5	0,94	0,23	Cobre	0,6/1 kV	4 x 10 mm2 + TT
PORTAL D	14	15	22,48	400	4	0,9	2,34	10	2,5	0,94	0,23	Cobre	0,6/1 kV	4 x 10 mm2 + TT
PORTALE	17	15	27,30	400	4	0,9	2,85	10	4	1,14	0,28	Cobre	0,6/1 kV	4 x 10 mm2 + TT
PORTAL F	14	15	22,48	400	4	0,9	2,34	10	2,5	0,94	0,23	Cobre	0,6/1 kV	4 x 10 mm2 + TT
URBANIZACION	62,7	58	106,60	400	4	0,85	40,59	50	35	3,25	0,81	Cobre	0,6/1 kV	4 x 50 mm2 + TT
RITI Y RITS 1	5,1	46	8,19	230	2,3	0,9	7,92	4	1,5	2,62	0,65	Cobre	0,6/1 kV	2 x 4 mm2 + TT

VENTILACIÓN FORZADA 2	VENTILACION FORZADA 1	GARAJE	GRUPO PRESION	ENERGIA SOLAR E Y F	ENERGIA SOLAR C Y D	ENERGIA SOLAR A Y B	RITI Y RITS 2
8,6	8,4	30	25,2	6,4	6,5	6,4	5,1
40	30	50	6	40	28	45	38
14,62	14,28	48,17	42,84	10,88	11,05	10,88	8,19
400	400	400	400	400	400	400	230
4	4	4	4	4	4	4	2,3
0,85	0,85	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85	0,9
3,84	2,81	16,74	1,69	2,86	2,03	3,21	6,54
2,5	2,5	25	16	2,5	2,5	2,5	4
1,5	1,5	10	10	1,5	1,5	1,5	1,5
6,14	4,50	2,68	0,42	4,57	3,25	5,14	2,16
1,54	1,13	0,67	0,11	1,14	0,81	1,29	0,54
Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV	0,6/1 kV
4 x 2,5 mm2 + TT	4 x 2,5 mm2 + TT	4 x 25 mm2 + TT	4 x 16 mm2 + TT	4 x 2,5 mm2 + TT	4 x 2,5 mm2 + TT	4 x 2,5 mm2 + TT	2 x 4 mm2 + TT

2.1.7 Derivaciones Individuales a Viviendas

Tabla 26. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal A

PLANTA	VIVIENDA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm2)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm2)	SECCIÓN ADOPTADA (mm2)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
Baja	4	9.200	5	44,4	230	2,3	3,11	6	10	10	0,71	0,31	40
Baja	1	9.200	8,5	44,4	230	2,3	5,28	6	10	10	1,21	0,53	40
1ª	3	9.200	6,5	44,4	230	2,3	4,04	6	10	10	0,93	0,4	40
1ª	4	9.200	7	44,4	230	2,3	4,35	6	10	10	1	0,43	40
1ª	2	9.200	12,7	44,4	230	2,3	7,89	10	10	10	1,81	0,79	40
1ª	1	9.200	13,2	44,4	230	2,3	8,2	10	10	10	1,89	0,82	40
2ª	3	9.200	9,5	44,4	230	2,3	5,9	10	10	10	1,36	0,59	40
2ª	4	9.200	10	44,4	230	2,3	6,21	10	10	10	1,43	0,62	40
2ª	2	9.200	15,7	44,4	230	2,3	9,75	10	10	16	1,4	0,61	40
2ª	1	9.200	16,5	44,4	230	2,3	10,2	10	10	16	1,47	0,64	40
3ª	3	9.200	12,5	44,4	230	2,3	7,76	10	10	16	1,12	0,49	40
3ª	4	9.200	13	44,4	230	2,3	8,07	10	10	16	1,16	0,5	40
3ª	2	9.200	18,7	44,4	230	2,3	11,6	16	10	16	1,67	0,73	40
3ª	1	9.200	19,5	44,4	230	2,3	12,1	16	10	16	1,74	0,76	40
4ª	3	9.200	15,5	44,4	230	2,3	9,63	16	10	16	1,38	0,6	40
4ª	4	9.200	16	44,4	230	2,3	9,94	16	10	16	1,43	0,62	40
4ª	2	9.200	21,7	44,4	230	2,3	13,5	16	10	16	1,94	0,84	40
4ª	1	9.200	22,5	44,4	230	2,3	14	16	10	16	2,01	0,87	40

Tabla 27. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal B

PLANTA	VIVIENDA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm2)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm2)	SECCIÓN ADOPTADA (mm2)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
1ª	6	9.200	13,3	44,4	230	2,3	8,26	10	10	10	1,9	0,83	40
1ª	5	9.200	17,1	44,4	230	2,3	10,6	16	10	16	1,53	0,66	40
2ª	6	9.200	16,6	44,4	230	2,3	10,3	10	10	16	1,48	0,64	40
2ª	5	9.200	20,1	44,4	230	2,3	12,5	16	10	16	1,79	0,78	40
3ª	6	9.200	19,9	44,4	230	2,3	12,4	16	10	16	1,78	0,77	40
3ª	5	9.200	23,1	44,4	230	2,3	14,3	16	10	16	2,06	0,9	40
4ª	6	9.200	22,9	44,4	230	2,3	14,2	16	10	16	2,04	0,89	40
4ª	5	9.200	26,1	44,4	230	2,3	16,2	16	10	25	1,49	0,65	40

Tabla 28. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal C

PLANTA	VIVIENDA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm2)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm2)	SECCIÓN ADOPTADA (mm2)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
Baja	10	9.200	7,5	44,4	230	2,3	4,66	6	10	10	1,07	0,47	40
1ª	10	9.200	10,5	44,4	230	2,3	6,52	10	10	10	1,5	0,65	40
1ª	9	9.200	10,9	44,4	230	2,3	6,77	10	10	10	1,56	0,68	40
1ª	7	9.200	15,2	44,4	230	2,3	9,44	10	10	16	1,36	0,59	40
1ª	8	9.200	15,6	44,4	230	2,3	9,69	10	10	16	1,39	0,61	40
2ª	10	9.200	13,5	44,4	230	2,3	8,39	10	10	10	1,9,	0,84	40
2ª	9	9.200	13,9	44,4	230	2,3	8,63	10	10	10	1,99	0,86	40
2ª	7	9.200	18,2	44,4	230	2,3	11,3	16	10	16	1,63	0,71	40
2ª	8	9.200	18,6	44,4	230	2,3	11,6	16	10	16	1,66	0,72	40
3ª	10	9.200	16,5	44,4	230	2,3	10,2	10	10	16	1,47	0,64	40
3ª	9	9.200	16,9	44,4	230	2,3	10,5	16	10	16	1,51	0,66	40
3ª	7	9.200	21,2	44,4	230	2,3	13,2	16	10	16	1,86	0,82	40
3ª	8	9.200	21,6	44,4	230	2,3	13,4	16	10	16	1,93	0,84	40
4ª	10	9.200	19,5	44,4	230	2,3	12,1	10	10	16	1,74	0,76	40
4ª	9	9.200	19,9	44,4	230	2,3	12,4	10	10	16	1,78	0,77	40
4ª	7	9.200	24,2	44,4	230	2,3	15	16	10	25	1,38	0,6	50
4ª	8	9.200	24,6	44,4	230	2,3	15,3	16	10	25	1,41	0,61	50

Tabla 29. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal D

PLANTA	VIVIENDA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm ²)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm ²)	SECCIÓN ADOPTADA (mm ²)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
1ª	14	9.200	15,8	44,4	230	2,3	9,81	10	10	16	1,41	0,61	40
1ª	13	9.200	16,2	44,4	230	2,3	10,1	10	10	16	1,45	0,63	40
1ª	11	9.200	11,1	44,4	230	2,3	6,89	10	10	10	1,59	0,69	40
1ª	12	9.200	11,5	44,4	230	2,3	7,14	10	10	10	1,64	0,71	40
2ª	14	9.200	18,8	44,4	230	2,3	11,7	16	10	16	1,68	0,73	40
2ª	13	9.200	19,2	44,4	230	2,3	11,9	16	10	16	1,71	0,75	40
2ª	11	9.200	14,1	44,4	230	2,3	8,76	10	10	16	1,26	0,55	40
2ª	12	9.200	14,5	44,4	230	2,3	9,1	10	10	16	1,29	0,56	40
3ª	14	9.200	21,8	44,4	230	2,3	13,5	16	10	16	1,95	0,85	40
3ª	13	9.200	22,2	44,4	230	2,3	13,8	16	10	16	1,98	0,86	40
3ª	11	9.200	17,1	44,4	230	2,3	10,6	16	10	16	1,53	0,66	40
3ª	12	9.200	17,5	44,4	230	2,3	10,9	16	10	16	1,56	0,68	40
4ª	14	9.200	24,8	44,4	230	2,3	15,4	16	10	25	1,42	0,62	50
4ª	13	9.200	25,2	44,4	230	2,3	15,7	16	10	25	1,44	0,63	50
4ª	11	9.200	20,1	44,4	230	2,3	12,5	16	10	16	1,79	0,78	40
4ª	12	9.200	20,5	44,4	230	2,3	12,7	16	10	16	1,83	0,8	40

Tabla 30. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal E

PLANTA	VIVIENDA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm ²)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm ²)	SECCIÓN (mm ²)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
1ª	16	9.200	14,3	44,4	230	2,3	8,88	10	10	10	2,04	0,89	40
1ª	15	9.200	17,5	44,4	230	2,3	10,9	16	10	16	1,56	68	40
2ª	16	9.200	17,3	44,4	230	2,3	10,7	16	10	16	1,54	0,67	40
2ª	15	9.200	20,5	44,4	230	2,3	12,7	16	10	16	1,83	0,8	40
3ª	16	9.200	20,3	44,4	230	2,3	12,6	16	10	16	1,81	0,79	40
3ª	15	9.200	23,5	44,4	230	2,3	14,6	16	10	16	2,1	0,91	40
4ª	16	9.200	23,3	44,4	230	2,3	14,5	16	10	16	2,08	0,9	40
4ª	15	9.200	26,5	44,4	230	2,3	16,5	16	10	25	1,51	0,66	50

Tabla 30. Cálculo sección derivación individual a viviendas del Portal F

PLANTA	VIVIENDA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	INTENSIDAD (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm ²)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm ²)	SECCIÓN (mm ²)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
Baja	20	9.200	13,8	44,4	230	2,3	8,57	10	10	10	1,97	0,86	40
1ª	17	9.200	15,1	44,4	230	2,3	9,38	10	10	16	1,35	0,59	40
1ª	20	9.200	20,8	44,4	230	2,3	12,9	16	10	16	1,86	0,81	40
1ª	18	9.200	14,7	44,4	230	2,3	9,13	10	10	10	2,1	0,91	40
1ª	19	9.200	20,4	44,4	230	2,3	12,7	16	10	16	1,82	0,79	40
2ª	17	9.200	18,1	44,4	230	2,3	11,2	16	10	16	1,62	0,7	40
2ª	20	9.200	23,8	44,4	230	2,3	14,8	16	10	25	1,36	0,59	50
2ª	18	9.200	17,7	44,4	230	2,3	11	16	10	16	1,58	0,69	40
2ª	19	9.200	23,4	44,4	230	2,3	14,5	16	10	16	2,09	0,91	40
3ª	17	9.200	21,1	44,4	230	2,3	13,1	10	10	16	1,88	0,82	40
3ª	20	9.200	26,8	44,4	230	2,3	16,6	16	10	25	1,53	0,67	50
3ª	18	9.200	20,7	44,4	230	2,3	12,9	16	10	16	1,85	0,8	40
3ª	19	9.200	26,4	44,4	230	2,3	16,4	16	10	25	1,51	0,66	50
4ª	17	9.200	24,1	44,4	230	2,3	15	16	10	25	1,38	0,6	50
4ª	20	9.200	29,8	44,4	230	2,3	18,5	25	10	25	1,7	0,74	50
4ª	18	9.200	23,7	44,4	230	2,3	14,7	16	10	25	1,35	0,59	50
4ª	19	9.200	29,4	44,4	230	2,3	18,3	25	10	25	1,68	0,73	50

2.1.8 Circuitos Interiores de Viviendas

Tabla 31. Cálculo sección circuitos viviendas

CIRCUITO	POTENCIA MÁXIMA PREVISTA (W)	LONGITUD ESTIMADA (m)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)	U (V)	C.D.T. MÁX	SECCIÓN POR CAIDA (mm ²)		SECCIÓN POR CALENTAMIENTO (mm ²)	SECCIÓN ADOPTADA (mm ²)	C.D.T. (V)	C.D.T. (%)	DIAMETRO TUBO
C1	2.250	25	10,9	230	6,9	1,3	1,5	1,5	1,5	5,82	2,53	20
C2	3.450	30	16,7	230	6,9	2,3	2,5	2,5	2,5	6,43	2,8	20
C3	4.050	18	19,6	230	6,9	1,6	2,5	4	6	1,89	0,82	25
C4a	3.450	20	16,7	230	6,9	1,6	2,5	2,5	2,5	4,29	1,86	20
C4b	3.450	22	16,7	230	6,9	1,7	2,5	2,5	2,5	4,71	2,05	20
C5	4.100	26	19,8	230	6,9	2,4	2,5	2,5	2,5	6,62	2,88	20
C9	5.750	16	27,8	230	6,9	2,1	4	6	6	2,38	1,04	25

2.1.9 Cálculo de cortocircuitos

Debido a que el Centro de Transformación, origen de alimentación, está situado fuera del edificio, podemos considerar como despreciable la inductancia de los cables, sin sufrir variación importante en el resultado de los cálculos. Se considera como defecto fase-tierra el más desfavorable.

Despreciando la impedancia del circuito de alimentación a la red, admitimos que en caso de cortocircuito, la tensión en el inicio de la instalación de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministros.

Por tanto, se utilizará la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- U: Tensión de alimentación fase-neutro (230V).
- R: Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

El valor de R tendrá en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito. Para el cálculo de R se considerará una temperatura de 20°C para los conductores, obteniéndose así el valor máximo posible de I_{cc} .

Tabla 32. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal A

PORTAL	PLANTA	VIVIENDA	LONGITUD LGA (m)	SECCIÓN LGA (mm ²)	RESISTENCIA LGS (OHM)	LONGITUD DI (m)	SECCIÓN DI (mm ²)	RESISTENCIA DI (OHM)	R = R(LGA)+ R(DI) (OHM)	I _{cc} (A)
A	Baja	4	65	240	0,01	5	10	0,02	0,03	6.631
A	Baja	1	65	240	0,01	8,5	10	0,03	0,04	4.560
A	1ª	3	65	240	0,01	6,5	10	0,02	0,03	5.551
A	1ª	4	65	240	0,01	7	10	0,03	0,04	5.265
A	1ª	2	65	240	0,01	12,7	10	0,05	0,06	3.317
A	1ª	1	65	240	0,01	13,2	10	0,05	0,06	3.213
A	2ª	3	65	240	0,01	9,5	10	0,03	0,04	4.187
A	2ª	4	65	240	0,01	10	10	0,04	0,05	4.022
A	2ª	2	65	240	0,01	15,7	16	0,04	0,05	4.082
A	2ª	1	65	240	0,01	16,5	16	0,04	0,05	3.925
A	3ª	3	65	240	0,01	12,5	16	0,03	0,04	4.858
A	3ª	4	65	240	0,01	13	16	0,03	0,04	4.718
A	3ª	2	65	240	0,01	18,7	16	0,04	0,05	3.550
A	3ª	1	65	240	0,01	19,5	16	0,04	0,05	3.431
A	4ª	3	65	240	0,01	15,5	16	0,03	0,04	4.123
A	4ª	4	65	240	0,01	16	16	0,04	0,05	4.022
A	4ª	2	65	240	0,01	21,7	16	0,05	0,06	3.141
A	4ª	1	65	240	0,01	22,5	16	0,05	0,06	3.048

Tabla 33. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal B

PORTAL	PLANTA	VIVIENDA	LONGITUD LGA (m)	SECCIÓN LGA (mm ²)	RESISTENCIA LGS (OHM)	LONGITUD DI (m)	SECCIÓN DI (mm ²)	RESISTENCIA DI (OHM)	R = R(LGA)+ R(DI) (OHM)	I _{cc} (A)
B	1ª	6	42	120	0,01	13,3	10	0,05	0,06	3042
B	1ª	5	42	120	0,01	17,1	16	0,04	0,05	3603
B	2ª	6	42	120	0,01	16,6	16	0,04	0,05	3684
B	2ª	5	42	120	0,01	20,1	16	0,05	0,06	3182
B	3ª	6	42	120	0,01	19,9	16	0,04	0,05	3207
B	3ª	5	42	120	0,01	23,1	16	0,05	0,06	2849
B	4ª	6	42	120	0,01	22,9	16	0,05	0,06	2869
B	4ª	5	42	120	0,01	26,1	25	0,04	0,05	3667

Tabla 34. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal C

PORTAL	PLANTA	VIVIENDA	LONGITUD LGA (m)	SECCIÓN LGA (mm ²)	RESISTENCIA LGS (OHM)	LONGITUD DI (m)	SECCIÓN DI (mm ²)	RESISTENCIA DI (OHM)	R = R(LGA)+ R(DI) (OHM)	I _{cc} (A)
C	Baja	10	25	95	0,01	7,5	10	0,03	0,04	5045
C	1ª	10	25	95	0,01	10,5	10	0,04	0,05	3892
C	1ª	9	25	95	0,01	10,9	10	0,04	0,05	3777
C	1ª	7	25	95	0,01	15,2	16	0,03	0,04	4213
C	1ª	8	25	95	0,01	15,6	16	0,04	0,05	4128
C	2ª	10	25	95	0,01	13,5	10	0,05	0,06	3168
C	2ª	9	25	95	0,01	13,9	10	0,05	0,06	3092
C	2ª	7	25	95	0,01	18,2	16	0,04	0,05	3649
C	2ª	8	25	95	0,01	18,6	16	0,04	0,05	3585
C	3ª	10	25	95	0,01	16,5	16	0,04	0,05	3949
C	3ª	9	25	95	0,01	16,9	16	0,04	0,05	3874
C	3ª	7	25	95	0,01	21,2	16	0,05	0,06	3218
C	3ª	8	25	95	0,01	21,6	16	0,05	0,06	3168
C	4ª	10	25	95	0,01	19,5	16	0,04	0,05	3449
C	4ª	9	25	95	0,01	19,9	16	0,04	0,05	3392
C	4ª	7	25	95	0,01	24,2	25	0,03	0,04	4151
C	4ª	8	25	95	0,01	24,6	25	0,04	0,05	4098

Tabla 35. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal D

PORTAL	PLANTA	VIVIENDA	LONGITUD LGA (m)	SECCIÓN LGA (mm ²)	RESISTENCIA LGS (OHM)	LONGITUD DI (m)	SECCIÓN DI (mm ²)	RESISTENCIA DI (OHM)	R = R(LGA)+ R(DI) (OHM)	I _{cc} (A)
D	1ª	14	27	95	0,01	15,8	16	0,04	0,05	4019
D	1ª	13	27	95	0,01	16,2	16	0,04	0,05	3942
D	1ª	11	27	95	0,01	11,1	10	0,04	0,05	3666
D	1ª	12	27	95	0,01	11,5	10	0,04	0,05	3564
D	2ª	14	27	95	0,01	18,8	16	0,04	0,05	3503
D	2ª	13	27	95	0,01	19,2	16	0,04	0,05	3444
D	2ª	11	27	95	0,01	14,1	16	0,03	0,04	4385
D	2ª	12	27	95	0,01	14,5	16	0,03	0,04	4293
D	3ª	14	27	95	0,01	21,8	16	0,05	0,06	3104
D	3ª	13	27	95	0,01	22,2	16	0,05	0,06	3057
D	3ª	11	27	95	0,01	17,1	16	0,04	0,05	3778
D	3ª	12	27	95	0,01	17,5	16	0,04	0,05	3709
D	4ª	14	27	95	0,01	24,8	25	0,04	0,05	4005
D	4ª	13	27	95	0,01	25,2	25	0,04	0,05	3955

D	4ª	11	27	95	0,01	20,1	16	0,05	0,06	3318
D	4ª	12	27	95	0,01	20,5	16	0,05	0,06	3265

Tabla 36. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal E

PORTAL	PLANTA	VIVIENDA	LONGITUD LGA (m)	SECCIÓN LGA (mm ²)	RESISTENCIA LGS (OHM)	LONGITUD DI (m)	SECCIÓN DI (mm ²)	RESISTENCIA DI (OHM)	R = R(LGA)+ R(DI) (OHM)	I _{cc} (A)
E	1ª	16	37	120	0,01	14,3	10	0,05	0,06	2940
E	1ª	15	37	120	0,01	17,5	16	0,04	0,05	3645
E	2ª	16	37	120	0,01	17,3	16	0,04	0,05	3678
E	2ª	15	37	120	0,01	20,5	16	0,05	0,06	3215
E	3ª	16	37	120	0,01	20,3	16	0,05	0,06	3241
E	3ª	15	37	120	0,01	23,5	16	0,05	0,06	2876
E	4ª	16	37	120	0,01	23,3	16	0,05	0,06	2876
E	4ª	15	37	120	0,01	26,5	25	0,04	0,05	3735

Tabla 37. Cálculo cortocircuito viviendas. Portal F

PORTAL	PLANTA	VIVIENDA	LONGITUD LGA (m)	SECCIÓN LGA (mm ²)	RESISTENCIA LGS (OHM)	LONGITUD DI (m)	SECCIÓN DI (mm ²)	RESISTENCIA DI (OHM)	R = R(LGA)+ R(DI) (OHM)	I _{cc} (A)
F	Baja	20	60	185	0,01	13,8	10	0,05	0,06	2999
F	1ª	17	60	185	0,01	15,1	16	0,03	0,04	4031
F	1ª	20	60	185	0,01	20,8	16	0,05	0,06	3147
F	1ª	18	60	185	0,01	14,7	10	0,05	0,06	2848
F	1ª	19	60	185	0,01	20,4	16	0,05	0,06	3196
F	2ª	17	60	185	0,01	18,1	16	0,04	0,05	3511
F	2ª	20	60	185	0,01	23,8	25	0,03	0,04	4005
F	2ª	18	60	185	0,01	17,7	16	0,04	0,05	3573
F	2ª	19	60	185	0,01	23,4	16	0,05	0,06	2860
F	3ª	17	60	185	0,01	21,1	16	0,05	0,06	3111
F	3ª	20	60	185	0,01	26,8	25	0,04	0,05	3660
F	3ª	18	60	185	0,01	20,7	16	0,05	0,06	3159
F	3ª	19	60	185	0,01	26,4	25	0,04	0,05	3703
F	4ª	17	60	185	0,01	24,1	25	0,03	0,04	3967
F	4ª	20	60	185	0,01	29,8	25	0,04	0,05	3371
F	4ª	18	60	185	0,01	23,7	25	0,03	0,04	4017
F	4ª	19	60	185	0,01	29,4	25	0,04	0,05	3407

2.1.10 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Se dice que un contacto es DIRECTO cuando dicho elemento se encuentra normalmente bajo tensión. Por el contrario, el contacto se define como INDIRECTO si el elemento ha sido puesto bajo tensión accidentalmente.

En el esquema TT, según la ITC-BT-24, pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas tiene un valor muy bajo.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572 -1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

Los diferenciales a emplear en viviendas tendrán una intensidad asignada de operación que no exceda de 30 mA. Aguas arribas de la vivienda, se cumplirá con el criterio de selectividad, y se aumentará la sensibilidad de los diferenciales para evitar cortes en cascada.

3 CÁLCULO DEL PARARRAYOS

El presente estudio se ha realizado para concretar la necesidad de la instalación de un pararrayos en el edificio en cuestión. Este cálculo se ha diseñado a partir de la sección SU 8 (Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo) del código técnico de la edificación.

Este código nos dicta la necesidad o no de la instalación de un pararrayos y en caso afirmativo del tipo necesitado.

3.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2 (Código Técnico de la Edificación).

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \left[\frac{n^{\circ} \text{ impactos}}{\text{año}} \right]$$

Donde:

N_g = densidad de impactos sobre el terreno (n° impactos/año, km^2), obtenida según la siguiente figura:

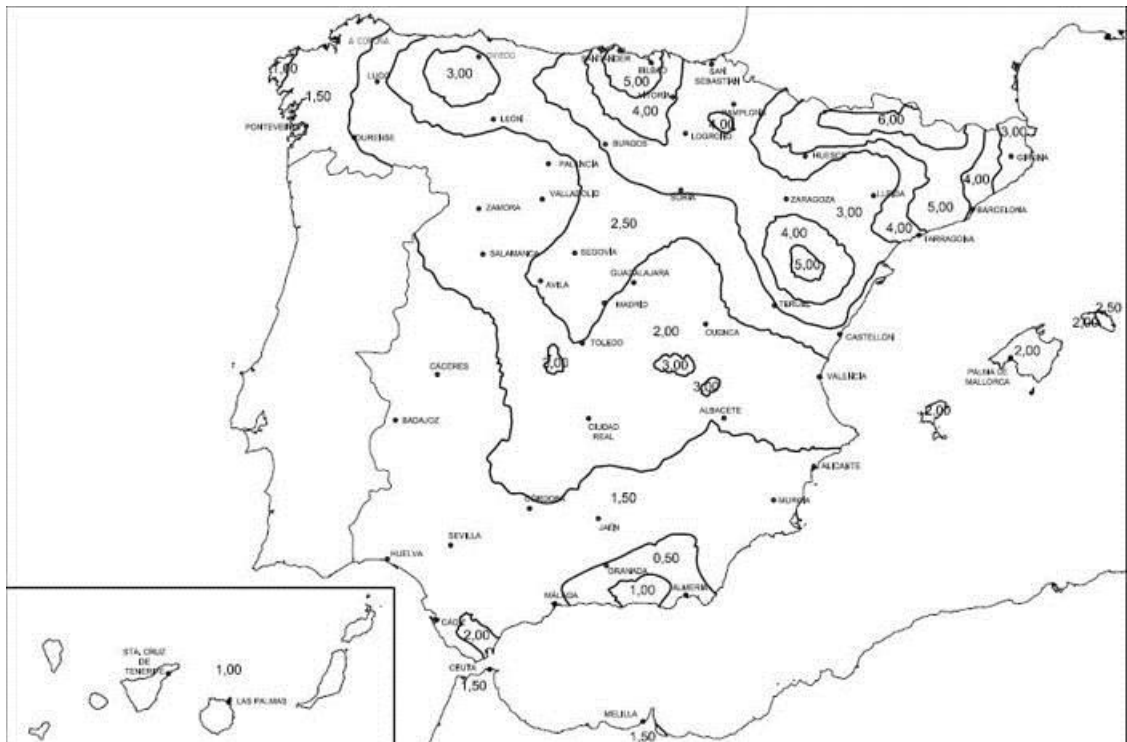


Figura 22. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno (N_g)

A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1 del Documento Básico SU.

Tabla 1.1 Coeficiente C_1

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

A partir del emplazamiento del edificio, comprobando el mapa se obtiene N_g de 2,5.

La superficie de captura equivalente calculada para nuestro edificio será de 23947 m^2 .

Coeficiente relacionado con el entorno escogemos un valor de 0,5 ya que los edificios próximos al nuevo inmueble, son de una altura similar.

Sustituyendo los valores, obtenemos un valor de descargas al año de:

$$N_e = 2.5 \cdot 23947 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} = 0.02993$$

El riesgo admisible N_a , puede determinarse según el Documento Básico SU Sección 8, mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{C_2 C_3 C_4 C_5}$$

Donde:

C_2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2 del Documento Básico SU;

Tabla 1.2 Coeficiente C_2

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

C_3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3 del Documento Básico SU;

Tabla 1.3 Coeficiente C_3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

C4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4 del Documento Básico SU;

Tabla 1.4 Coeficiente C₄

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5 del Documento Básico SU.

Tabla 1.5 Coeficiente C₅

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

La sección SUA 8 establece un análisis de riesgo simplificado para evaluar si es o no necesaria la instalación de un pararrayos en un edificio. Por lo tanto, para el análisis de la evaluación del riesgo de un edificio con elementos híbridos (construidos con estructuras de distintos tipos, que contengan distintos usos, etc.) hay que acogerse al coeficiente más desfavorable.

Por tanto, comprobando las tablas, obtenemos:

- Al ser un edificio con estructura de hormigón y cubierta de hormigón, escogemos un valor de C₂ de 1.
- El inmueble no dispondrá contenido inflamable, por lo que escogeremos un valor de C₃ de 1.
- Al tratarse de un edificio residencial, obtenemos un valor de C₄ de 1.
- Al ser un inmueble residencial, su deterioro no interrumpiría un servicio imprescindible, por lo que escogemos un valor de C₅ de 1.

Sustituyendo los valores anteriores, obtenemos un valor de riesgo admisible de descargas de:

$$N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 0.00550$$

Por lo tanto, se observa que el valor del riesgo admisible de rayos (N_a) es menor que la frecuencia esperada de rayos (N_e), con lo cual se deberá instalar un sistema de protección contra rayos.

3.2 TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia “E” que determina la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

Sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos una eficiencia de:

$$E = 1 - \frac{0.00550}{0.02993} = 0.82$$

La tabla 30 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida.

$$0.80 < E < 0.95 \text{ Nivel de Protección 3}$$

Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B.

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de *eficiencia* requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Comparando el valor de la eficiencia “E”, con la tabla del nivel de protección, nos da el tipo de pararrayos que es necesario para proteger la estructura estudiada. En este caso será uno del tipo III.

$$0.80 < E < 0.95 \text{ Nivel de Protección 3}$$

En el Anexo B del CTE Sección SU-8, el cual trata las “Características de las instalaciones de protección frente al rayo”, expone que los sistemas de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra. El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada. Los dispositivos captadores podrán ser puntas Franklin, mallas conductoras y pararrayos con dispositivo de cebado.

En nuestro caso se dispondrá la instalación de un pararrayos con dispositivo de cebado, modelo PDC- S1 del fabricante PSR. En la memoria descriptiva se describen las características del pararrayos citado.



Figura 23. Cabeza captadora PDC- S1

3.3 CÁLCULO DEL VOLUMEN PROTEGIDO MEDIANTE PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO

Cuando se utilicen pararrayos con dispositivo de cebado, el volumen protegido por cada punta se define de la siguiente forma:

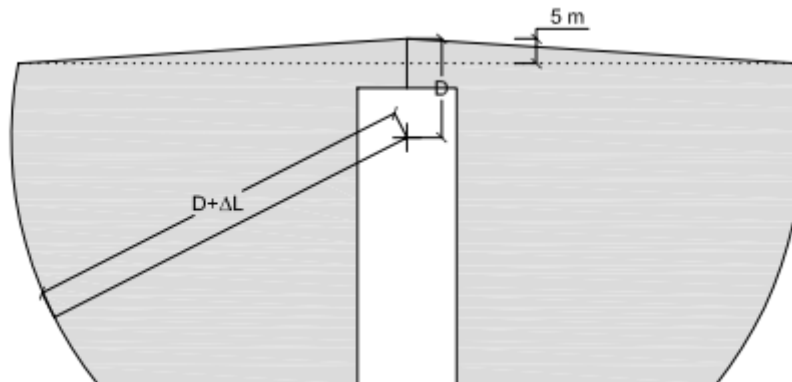


Figura 24. Volumen protegido por un pararrayos con dispositivo de cebado

• Bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L$$

Donde:

- R = Radio de la esfera en m que define la zona protegida
- D = Distancia en metros que figura en la tabla B.4 Distancia D del anexo del SU en función del nivel de protección
- ΔL = Distancia en metros función del tiempo del avance en el cebado Δt del pararrayos en μs . Se adoptará $\Delta L = \Delta t$ para valores de Δt inferiores o iguales a 60 μs , y $\Delta L = 60$ m para valores de Δt superiores.

Tabla B.4 Distancia D	
Nivel de protección	Distancia D m
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla 31. Distancia D

• Por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

Fijándonos en la hoja de características, obtenida del catálogo del fabricante PSR, nos da un valor de radio de protección de 81 metros, suficiente para garantizar que todo el edificio estaría protegido contra los efectos de la caída de un rayo.

Niveles según el código técnico de la edificación (Solo España)						
Ref.	Modelo	"h" Altura Mástil	Radio Acción Nivel 1	Radio Acción Nivel 2	Radio Acción Nivel 3	Radio Acción Nivel 4
1001	PDC-S1	6 m.	56 m.	66 m.	81 m.	96 m.
1002	PDC-S2	6 m.	65 m.	75 m.	90 m.	105 m.
1003	PDC-S3	6 m.	77 m.	87 m.	102 m.	117 m.
1004	PDC-S4	6 m.	88 m.	98 m.	113 m.	128 m.
EFICACIA DE LA PROTECCIÓN			98%	95%	90%	80%

Figura 25. Características PDC - S1

4 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para la realización de los cálculos luminotécnicos, nos basaremos en el Código Técnico de la Edificación, en su Sección HE3, la cual trata “La eficiencia energética en las instalaciones de iluminación”.

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.

- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m².
- Interiores de viviendas.

La eficiencia energética se determina según el Código Técnico de la Edificación con la siguiente expresión.

$$VEEI = P \cdot \frac{100}{S} \cdot E_m$$

Donde:

- VEEI: valor de eficiencia energética [W/m² por cada 100 lx]
- P: potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]
- S: superficie iluminada [m²]
- E_m: iluminancia media horizontal mantenida [lx].

Los valores de eficiencia energética límites en las diferentes zonas interiores de un edificio se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 38. Valores de eficiencia energética límites

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

En nuestro caso, se realizaría el estudio luminotécnico de:

- Garaje

El cálculo luminotécnico del resto de estancias comunes no son objeto de este proyecto.

El cálculo luminotécnico se ha realizado con el programa DIALUX.

Este programa, partiendo de los datos del garaje, de la reflectancia y de la luminaria escogida, realiza de forma interna los cálculos necesarios para realizar el estudio.

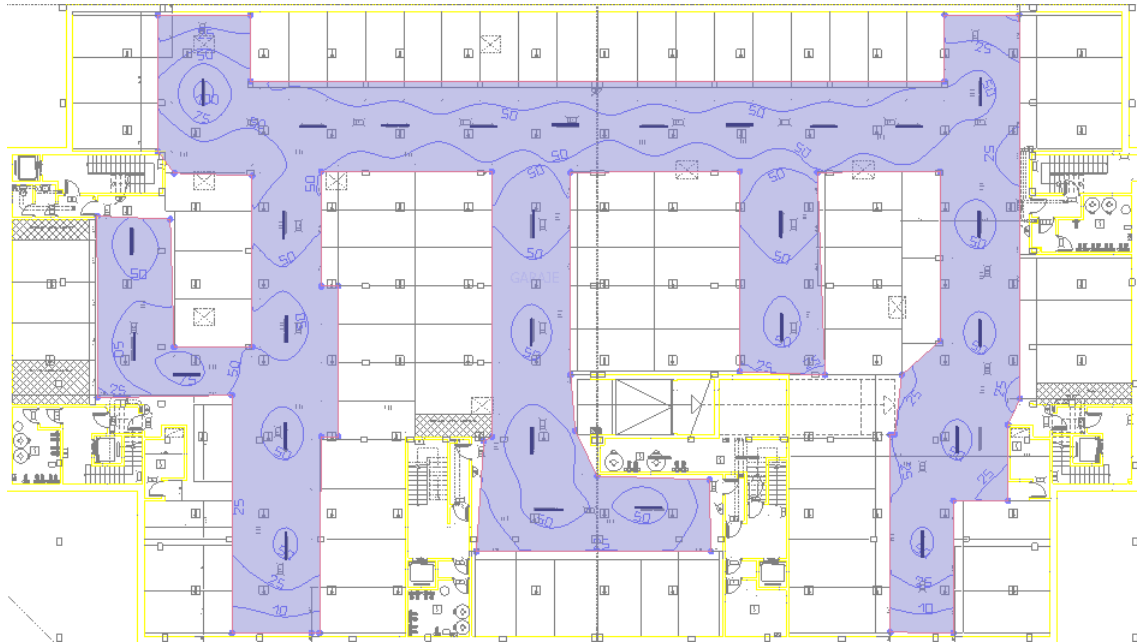
La iluminación de del espacio elegido debe ajustarse a:

- Los lúmenes aconsejados por la UNE-12464 para los distintos espacios según el uso de los mismos.
- Al límite de Uniformidad estipulado por el CTE-SU-04
- Al valor de Eficiencia Energética de la Instalación definido en el CTE-HE-03 Por tanto, los datos que se recogen del programa se deben interpretar de forma que nos ajustemos a los límites marcados.

A continuación, se muestra el estudio referido al garaje. Podemos ver los datos que nos proporciona el programa y qué parámetros tenemos que estudiar para comprobar que cumplimos la normativa vigente.

Los datos del garaje son:

- Altura: 2,65 metros
- Área a iluminar:



- Dado que es un local limpio y con un mantenimiento efectivo, el factor de mantenimiento será de 0,8

Las luminarias escogidas son pantallas de superficie con 1 tubo fluorescente cada una de 49 W, modelo i40 149 PC W/ Reflector del fabricante GLAMOX.

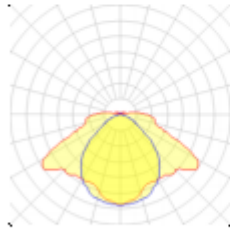
Hoja de dato de productos

I40 149 PC W/REFLECTOR
GLAMOX



Light source 1 x T5 28, 35, 40, 80W (80W in 2-tube housing) 2 x T5 28, 35, 49W 1 x T8 18, 36, 58W 2 x T8 18, 36, 58W Ballast Compensated conventional ballast (F), electronic ballast (HF), analogue dimming (HFDa), digital dimming (HFDd) or DALI. Body material & colour Housing in grey recyclable polycarbonate. Polycarbonate diffuser (PC). White painted geartray. Diffuser clips in stainless steel. Mounting Ceiling or wall, on luminaire tracks or on horizontal wire. Suspension brackets are included. Accessories Reflector in high quality reflector material. Connection One membrane gland in each end (cable Ø7 - 11 mm). 5 pole 2,5 mm² screw terminal block. 5 x 2,5 mm² through wiring. Integrated emergency light Most variants can be supplied with emergency lighting systems (Standard, Self Test or DALI addressable). Integrated sensors Some variants can be supplied with ultra sonic movement sensor type U-SEN.

Emisión de luz 1



1 x Tubo fluorescente T16

Potencia nominal de lámpara	49 W	LOR	85 %
Flujo de lámpara	4300 lm	ULOR	7 %
Eficiencia luminosa	69 lm/W	Flujo total	3639 lm
CCT	0 K	Potencia total	53 W
CRI	80		

Tipo de Montaje

Montaje en techo

Forma y medidas

Longitud: 1573 mm

Anchura: 101 mm

Altura ajustable: 101 mm

Ajustabilidad

Fijo

Eléctrico

Potencia: 53 W

Protección

IP: 66

IK: 08

Una vez introducido los datos en el programa obtenemos:

GARAJE

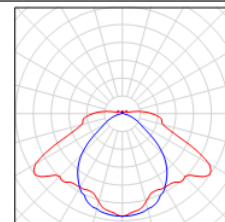
03/05/2017

DIALux

GARAJE / Lista de luminarias

GARAJE

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)
29	<p>Glamox - i40 149 PC W/Reflector</p> <p>Emisión de luz 1</p> <p>Lámpara: 1xT5 49W HO</p> <p>Grado de eficacia de funcionamiento: 84.63%</p> <p>Flujo luminoso de lámparas: 4300 lm</p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 3639 lm</p> <p>Potencia: 53.0 W</p> <p>Rendimiento lumínico: 68.7 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas</p> <p>1xT5 49W HO: CCT 4033 K, CRI 80</p>



Flujo luminoso total de lámparas: 124700 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 105531 lm, Potencia total: 1537.0 W, Rendimiento lumínico: 68.7 lm/W

Figura 26. Cálculo luminarias garaje



Figura 27. Vista iluminación Garaje

Los datos más importantes y que nos permiten saber si cumplimos con la normativa vigente son:

- Iluminancia media: 75 lux
- Flujo luminoso: 4300 lúmenes
- VEEI: 3,14 W/m²/100 lux
- Uniformidad: 0,419

Los datos límites obtenidos de la normativa son:

- Iluminancia media mínima: 50 lux (extraída de la norma UNE 12464)
- Uniformidad mínima: 40% (CTE Sección SU 4)
- VEEI límite: 5 W/m²/100 lux (Tabla 35 extraída del CTE Sección HE3)

Como vemos, los valores obtenidos se ajustan a la normativa vigente.



PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1	GENERALIDADES.....	148
1.1	Objeto y alcance.....	148
1.2	Definiciones.....	149
1.3	Normativa y reglamentación.....	150
2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	152
2.1	Obra civil.....	152
2.2	Aparamenta de Media Tensión.....	152
2.3	Transformadores de potencia.....	152
2.4	Pruebas reglamentarias.....	153
2.5	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	153
2.6	Certificados y documentación.....	153
2.6.1	Libro de órdenes.....	154
3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	155
3.1	Marcas y modelos alternativos.....	155
4	DIRECCIÓN DE OBRA.....	156
5	EJECUCIÓN DE TRABAJOS ESPECÍFICOS.....	157
5.1	Soldadura.....	157
5.2	Fijación de equipos, soportes y herrajes.....	157
5.3	Pintura.....	157
6	MATERIALES.....	158
6.1	Tornillería.....	158
6.2	Bandejas.....	158
6.3	Tubos.....	159
6.4	Cables.....	160
6.4.1	Tipos de cables.....	160
6.4.2	Materiales.....	161
6.4.3	Rutas y tendido de cables.....	162
6.4.4	Terminación de cables. Prensaestopas.....	164
6.4.5	Cables en tubos enterrados.....	164
6.4.6	Protección ignífuga de cables.....	165
6.4.7	Marcadores de cables e identificación de caminos.....	165
6.4.8	Soportes para cables y bandejas.....	165
6.4.9	Fijaciones para cables.....	166
6.4.10	Conexionado de conductores.....	166



6.5	Identificación.....	166
6.6	Cajas de derivación.....	167
6.7	Pequeño material.....	167
6.8	Canaletas.....	168
7	MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	170
7.1	Cuadros de distribución.....	170
7.2	Cuadros secundarios.....	170
7.3	Motores.....	171
7.3.1	Protección para intemperie.....	171
7.3.2	Sellado de huecos.....	171
8	INSTALACIONES DE ALUMBRADO.....	173
9	RED DE TIERRAS.....	174
10	PARARRAYOS.....	175
10.1	Descripción.....	175
10.2	Forma de instalación.....	175
11	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MANDO.....	177
11.1	Sistemas de mando.....	177
11.2	Paneles locales de mando.....	177
11.3	Cableado.....	177
11.4	Características que deben reunir los materiales.....	177
12	RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	179
12.1	Pruebas.....	179
12.1.1	Pruebas parciales.....	179
12.1.2	Pruebas finales.....	179
12.1.3	Pruebas específicas.....	179
12.1.4	Pruebas globales.....	180
12.2	Recepción provisional.....	180
12.3	Garantía y recepción definitiva.....	180

1 GENERALIDADES

1.1 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las Instalaciones de Electricidad correspondientes al a un conjunto de viviendas situado en la parcela 2.90 A y B, sita en Calle de Baños de Valdearados, 14. C/v a las calles de Peñaranda de Bracamonte y de Entrepeñas formado por 86 viviendas distribuidas en 6 portales, así como los servicios comunes (garajes, urbanización...).

En particular, se definen los siguientes conceptos:

- Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- Trabajos a realizar por el Contratista.
- Forma de realizar las instalaciones y el montaje.
- Pruebas y ensayos, durante el transcurso de la obra, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- Garantías exigidas.

Será cometido del Contratista el suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representada en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

Asimismo, será cometido del Contratista lo siguiente:

- La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la D.T. estime de su competencia, aun no estando incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- Planos finales de obra, “as built”, en papel y en soporte informático, y tres dossiers con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento.

Los planos contendrán:

- Todos los trabajos eléctricos instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
- Todos los trabajos eléctricos instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.
- Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirles el recorrido por simple inspección a través de los medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.
- La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
- Las zanjas y rozas que se precisen para paso de tuberías, así como su posterior remate y sellado.

- Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
- Los huecos de paso de los tubos se realizarán con brocas, colocando pasatubos, y el paso de las bandejas haciendo cortes limpios y colocando un marco que delimite el hueco.
- Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.
- Los elementos de fijación y soporte, previa aprobación de los mismos por la D.T., de todos los aparatos: cuadros, bandejas, conductores, conducciones y tuberías, que se consideren de su competencia.
- Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
- Las bancadas y sistemas antivibradores para equipos y cuadros que lo requieran o indique la D.T.
- La pintura en el color que se defina de cuadros, equipos, tubos, bandejas, canalizaciones, conducciones, etc., que discurran por zonas de público u otros espacios y, no estando expresamente recogido en otros apartados de este Proyecto, lo ordene la D.T.
- La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
- En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente.

1.2 DEFINICIONES

Para la instalación eléctrica, el término “Contratista” significa la empresa que ejecuta dicha instalación, o su representante autorizado. El término “Dirección Técnica o Dirección Facultativa”, en adelante D.T., significa la persona o personas responsables técnicamente del montaje, o su representante.

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones eléctricas, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define a continuación haciendo caso omiso a indicaciones contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones eléctricas.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionamiento, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costos de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para realizar la instalación.

En los términos “Instalación” o “Montaje” se entenderá incluido el costo de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, fijación de cuadros, cajas, bases de columnas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexionado eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en

inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o a las cosas.

“Proveer”: Suministrar e instalar.

“Nuevo”: Fabricado hace menos de dos años y nunca usado anteriormente.

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

1.3 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

Los materiales de la instalación deberán cumplir lo previsto en la legislación vigente, siendo de aplicación la normativa siguiente:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y modificaciones posteriores)

- UNE 20-315-79 Bases de Toma de Corriente y Clavijas

- UNE 20 324 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

- UNE 20 451 Requisitos generales para envolventes de instalaciones eléctricas fijas de usos domésticos y análogos.

- UNE 60 947 Aparamenta de Baja Tensión.

- UNE 20 317 Interruptores automáticos magnetotérmicos.

- UNE 20 383 Interruptores automáticos diferenciales por intensidad de defecto a tierra.

- UNE-EN 60 439 Conjunto de aparamenta de Baja Tensión.

- UNE 20-353-73 Interruptores y Conmutadores Manuales

- UNE 20-353-79 Interruptores y Conmutadores Manuales

- UNE 20-353-82 Interruptores y Conmutadores Manuales

- UNE 20-360-82 Interruptores y Conmutadores Manuales

- UNE 20.361-82 Interruptores de pequeña apertura de contacto

- NTE-IEB Baja Tensión

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo según Decreto 432/1971 de 11 de Marzo de 1971 y Orden de 9 de Marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica según Decreto de 12 de Marzo de 1954 B.O.E. de 28 de Mayo de 1954 e instrucciones complementarias según Real Decreto 724/1979 de 2 de Febrero B.O.E. de 7 de Abril de 1979.

2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.1 OBRA CIVIL

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

2.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento. Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

2.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Se plantean un solo local en este proyecto, con el Centro de Transformación, que pertenece a la propiedad pero que cederá a la Compañía suministradora.

El transformador instalado en este Centro de Transformación será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

2.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

2.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas. Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

2.6 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.



- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

2.6.1 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Los materiales, equipos y trabajos incluidos en este documento comprenden todas las instalaciones de electricidad en Media y Baja Tensión que le sean encomendadas al Contratista, así como los trabajos auxiliares eléctricos, mecánicos o de albañilería relacionados con ellas.

Los planos para las instalaciones eléctricas utilizan símbolos y diagramas esquemáticos que no tienen un significado dimensional, ni indican el posicionamiento final exacto de los elementos. Tienen la intención de facilitar una información general para montaje.

Estos símbolos no obvian la coordinación de los distintos elementos indicados o incluidos en las instalaciones eléctricas. Los trabajos por tanto serán realizados para satisfacer las intenciones expresadas en las representaciones esquemáticas de los planos eléctricos, y en conformidad con las dimensiones indicadas en los planos finales de montaje, implantaciones en campo, y planos de montaje de los contratistas.

En particular la información acerca del tamaño exacto, ubicación y conexiones eléctricas de los equipos mecánicos serán consecuencia de los documentos de los proyectos de instalaciones correspondientes.

Asimismo, este Pliego de Condiciones servirá para definir los materiales, equipos y montaje de índole eléctrico incluido en otras instalaciones, tales como Detección de Incendios, Seguridad, Fontanería y Saneamiento, Protección Contra Incendios y Ventilación, cuando en sus memorias y pliegos de condiciones se haga referencia explícita al presente documento.

3.1 MARCAS Y MODELOS ALTERNATIVOS

Se ofertarán e instalarán las marcas y modelos de los materiales y equipos definidos en los documentos del proyecto. En caso de existir cualquier razón relacionada con el plazo o el coste para emplear otras marcas o modelos diferentes a los reflejados en proyecto, el Contratista podrá presentar soluciones alternativas a la D.T., por escrito y siempre debidamente justificadas. De ser así, el Contratista presentará precios contradictorios, siempre que puedan ser comparados con la solución base de proyecto y que las calidades a emplear sean de características similares o superiores a las especificadas.



4 DIRECCIÓN DE OBRA

El Contratista actuará en todo momento bajo las órdenes de la D.T., a quien únicamente pedirá la conformidad de sus trabajos y nuevas necesidades y, de acuerdo con la cual, resolverá los problemas o incidencias que pudieran presentarse.

5 EJECUCIÓN DE TRABAJOS ESPECÍFICOS

5.1 SOLDADURA

La soldadura a estructuras metálicas o a elementos de sujeción y de soporte debe ser llevada a cabo por soldadores especializados. Los cordones de soldadura se limpiarán cuidadosamente de escoria y deposiciones y se indica en el apartado 3.3. No se permite soldar a depósitos, tanques, etc., sin el permiso de la D.T., debido a la posibilidad de creación de tensiones en el material.

La soldadura a estructuras metálicas se acepta normalmente, pero el Contratista consultará con la D.T. antes de comenzar cualquier trabajo de soldadura.

5.2 FIJACIÓN DE EQUIPOS, SOPORTES Y HERRAJES

Para sujetar equipos eléctricos y soportes a estructuras metálicas o equipos mecánicos, se aplicarán los métodos y limitaciones detallados a continuación.

Las estructuras metálicas no se agujerearán, a menos que los agujeros vengan indicados en planos aprobados. Los agujeros se ejecutarán en lugares tales que la resistencia estructural del elemento agujereado sea afectada al mínimo.

El uso de fijaciones por medio de pistola, sólo está permitido en elementos metálicos, quedando terminantemente prohibido su uso en otro tipo de estructuras.

Antes de colocar tornillos y tuercas, se engrasarán.

Los soportes o fijaciones no se sujetarán a tuberías, soportes de tuberías o colgadores de tuberías.

Para fijaciones a fábricas de ladrillo, se usarán tacos de plástico con tornillos adecuados. Para sujeciones a paredes o estructuras de hormigón se usarán elementos de acero de alta resistencia, introducidos en la pared por medio de máquina percutora, sistema spit-rock o procedimiento similar, quedando totalmente prohibido el uso de pistolas spit o similares.

5.3 PINTURA

Antes de dar por concluida la instalación, todas las superficies de los herrajes suministrados por el Contratista serán limpiadas con un cepillo de alambre metálico para quitar el óxido, costras, escamas y las partículas extrañas, hasta conseguir que la superficie del metal quede perfectamente limpia.

Una vez hecho esto, las mismas superficies se tratarán con una capa de imprimación de minio. Las posteriores manos de acabado con pintura serán llevadas a cabo por otros.

6 MATERIALES

Todos los equipos y materiales que se empleen en la instalación, cumplirán lo siguiente:

- Estarán fabricados de acuerdo con las normas vigentes.
- Serán de buena calidad.
- Serán de fabricación normalizada y comercializados en el mercado nacional.
- Tendrán las capacidades que se especifican para cada uno de ellos.
- Se montarán siguiendo las especificaciones y recomendaciones de cada fabricante siempre que no contradigan las de estos documentos.
- Estarán instalados donde se indica de forma que se pueda realizar el mantenimiento o reparación sin emplear tiempos y medios especiales. Todos los elementos tienen que ser fácilmente accesibles y desmontables, previendo el Instalador el espacio necesario para ello, aunque no esté especificado.

6.1 TORNILLERÍA

Toda la tornillería será de rosca métrica y galvanizada en caliente. Se emplearán siempre, además de tornillos y tuercas, arandelas normales y tipo Grower. En zonas con un especial ambiente corrosivo se usarán otros materiales tales como acero inoxidable, materiales plásticos, etc.

6.2 BANDEJAS

Las características de las bandejas y el método de sujeción se detallan en planos. Cuando en los recorridos horizontales de bandejas no se indique en planos si su colocación es horizontal o vertical, se supondrá que van colocadas horizontalmente.

Cuando las bandejas vayan fijadas a la pared se utilizarán soportes de suficiente profundidad para permitir el paso de las manos, por detrás de la bandeja, para poder sujetar los cables.

En todos los tramos de bandeja que se encuentren colocados entre el nivel del suelo terminado y los dos metros de altura se colocará una tapa o contrabandeja como protección de los cables. El material del que estará hecha dicha tapa será el mismo de su correspondiente bandeja, ya sea chapa de acero o material plástico. En todo caso, la tapa será ciega y de una sola pieza.

Los accesorios, incluyendo codos verticales y horizontales, intersecciones, tes, montantes y reducciones de sección, serán realizadas por el fabricante de la bandeja. El fabricante de la bandeja y de los accesorios será único para el proyecto.

Los cortes en las bandejas de metal, se harán por las zonas de metal continuo, y no por las zonas con perforaciones. Las rebabas o los rebordes irregulares deberán ser eliminados antes

de la instalación de las secciones de la bandeja, serán protegidas con anillos de roce u otro sistema que evite daño en los cables durante su tendido.

Los tornillos para fijación de tramos de bandeja entre sí se colocarán con la cabeza por el interior de la misma. Los tornillos para la fijación de la tapa a la bandeja serán autorroscantes, de punta roma.

En los tramos rectos, la bandeja debe quedar perfectamente alineada con los paramentos.

Antes de iniciar la instalación de las bandejas, se verificará que no existen impedimentos para instalarlas tal como figura en planos. Cuando las condiciones de montaje necesitaran la fabricación in situ, la D.T. revisará las propuestas antes de que comience la fabricación. Las calidades de fabricación y los acabados no serán inferiores a las del fabricante.

Cualquier modificación sobre el recorrido previsto de las bandejas deberá ser comunicada y aprobada por la D.T.

6.3 TUBOS

Los tubos para la canalización y protección de los cables eléctricos deberán ser examinados, antes de ser instalados, para comprobar que están limpios y sin salientes, tanto por el interior como por el exterior, y que los extremos están exentos de rebabas o cantos vivos.

Los extremos de los tubos metálicos se protegerán con una boquilla de plástico fijada a presión.

Los tubos metálicos se fijarán a las cajas, paneles, etc. por medio de tuerca y arandela por el interior y exterior.

En zonas de servicio tales como salas de máquinas y en falsos techos, los tubos irán en instalación superficial. En zonas nobles la instalación será empotrada.

En zonas de servicio se utilizarán tubos rígidos fijados a paredes y techos con grapas con una separación máxima de 0,5 m. En zonas con peligro de oxidación se utilizarán grapas de plástico o de chapa galvanizada en caliente. En las demás zonas podrán usarse de chapa galvanizada. Para la fijación de las grapas se utilizarán tacos de plástico fijados a la pared con tornillo apropiado.

En el interior de falsos techos y cuando la instalación vaya empotrada por las paredes, se utilizarán tubos corrugados reforzados. La separación de las grapas de fijación podrá ser superior a 0,5 m pero inferior a 0,8 m cuando la instalación vaya por el falso techo. Para la fijación de los tubos al techo se utilizarán grapas de material plástico por medio de tacos y tornillos.

En instalaciones vistas, los tubos se colocarán perfectamente rectos, alineados con los paramentos.

Cuando se utilicen cables multipolares, las curvas podrán ser "al aire" es decir, sin tubo. En este caso, los tramos rectos se fijarán por lo menos, con dos grapas.

No se permite, en ningún caso, el empalme de tubos de material plástico corrugado. Cuando un tubo pasamuros lo haga desde una zona interior a una zona a la intemperie, éste se

colocará ligeramente inclinado con pendiente hacia la zona a la intemperie para evitar la entrada de agua hacia el interior.

No se usarán tubos en intemperie a menos que se indique específicamente en los planos aprobados para construcción, en cuyo caso se darán instrucciones sobre sellado, estanqueidad, etc.

6.4 CABLES

6.4.1 Tipos de cables

Cumplirán en todo momento lo dispuesto en la norma UNE 21.123, en la norma UNE 21.1002 y el REBT, en especial sus instrucciones complementarias ITC BT-007 y ITC BT-019.

Este Pliego establece un tipo de cable a emplear en las instalaciones eléctricas de Baja Tensión. Estos tipos se diferencian por su tensión de aislamiento, siendo éstas:

- 0.6/1 KV (UNE SZ 0.6/1 KV)
- 0.6/1 KV (UNE RZ 0.6/1 KV)
- 450/750 V (O7Z1 750 V)

Los tipos de cables a usar se detallan en planos o listas de cables, pudiéndose alterar solamente con permiso del responsable técnico del proyecto.

Las longitudes de cables indicadas en los planos, son las longitudes aproximadas de cable necesario para cada circuito.

Las longitudes realmente instaladas que difieran de las previstas, se marcarán en la lista de cables.

Se recomienda al Contratista no cortar los cables de acuerdo con las longitudes indicadas en planos, sino de acuerdo con la longitud real medida en campo.

Se utilizarán cables de 0.6/1KV en:

- Redes de distribución.
- Acometidas.
- Instalaciones de enlace bajo tubo (ITC BT-014-015).
- Alimentación a cuadros de mando y protección.
- Distribución interior en industrias en instalación enterrada (ITC BT-020).
- Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC BT-029).
- Locales de características especiales (ITC BT-030).

Se utilizarán cables de 750 V en:

- Derivaciones individuales.
- Distribuciones de alumbrado y fuerza de dependencias interiores.
- Circuitos de salida de cuadros de distribución de servicios comunes.

Se adopta en principio el siguiente código de colores:

- Fases: Negro (con numeración o similar para distribución de fase).
- Neutro: Azul.
- Tierra: Verde-Amarillo.
- Mando: Rojo.

6.4.2 Materiales

Se suministrará un sistema completo de cables nuevos, de conductores de cobre, según se especifica aquí y se indica en los planos.

Los cables serán entregados a la obra en rollos completos con el nombre del fabricante y una tarjeta de identificación unida al mismo, en el que se indicará el dimensionamiento del cable y el tipo de aislamiento.

- Tensión de aislamiento 0.6/1 kV
- Designación SZ 0.6/1 kV

Estarán fabricados en cobre electrolítico e irán aislados por una capa de XLPE, bajo cubierta de XLPE o goma sintética. Son de categoría “NO PROPAGADORES DEL INCENDIO, NO PROPAGADORES DE LLAMA Y CON REDUCIDA EMISIÓN DE HALOGENOS”. En condiciones normales de uso no necesitarán disponer de armadura.

Serán ligeros y fáciles de instalar, poseerán una alta resistencia a la humedad y a los agentes químicos y atmosféricos. La cubierta será resistente a la abrasión. Se emplearán cables unipolares. La sección mínima a utilizar será de 2.5 mm², siendo 240 mm² la sección máxima admisible.

Los cables llevarán una marca indeleble, y fácilmente legible que identifique al fabricante, las siglas de designación de los mismos según la Norma UNE y las dos últimas cifras del año de fabricación. Esta marca podrá ser realizada por impresión sobre una cinta o sobre la cubierta, por relieve o por grabado sobre dicha envolvente.

- Tensión de aislamiento 0.6/1 kV
- Designación RZ 0.6/1 kV

Estarán fabricados en cobre electrolítico e irán aislados por mezcla de poliolefinas, bajo cubierta termoplástica. Son una variante de la norma UNE 21123, de categoría “NO PROPAGADORES DEL INCENDIO Y SIN EMISIÓN DE HUMOS NI GASES TÓXICOS Y CORROSIVOS”. Son libre de halógenos. En condiciones normales de uso no necesitarán disponer de armadura.

Serán ligeros y fáciles de instalar, poseerán una alta resistencia a la humedad y a los agentes químicos y atmosféricos. La cubierta será resistente a la abrasión.

Tanto la cubierta como el aislamiento interior serán ignífugados, resultando unos cables capaces de soportar satisfactoriamente los ensayos de las Normas UNE 20427, UNE 20432.1, UNE 20432.3, UNE 21172.1, UNE 21172.2 y UNE 21174. Por lo tanto, estos cables deben ser autoextinguibles, no propagadores de la llama, y los volátiles desprendidos no serán combustibles. No desprenderán humos opacos, tóxicos, ni corrosivos.

Se emplearán cables unipolares. La sección mínima a utilizar será de 2.5 mm², siendo 240 mm² la sección máxima admisible.

Los cables llevarán una marca indeleble, y fácilmente legible que identifique al fabricante, las siglas de designación de los mismos según la Norma UNE y las dos últimas cifras del año de fabricación. Esta marca podrá ser realizada por impresión sobre una cinta o sobre la cubierta, por relieve o por grabado sobre dicha envolvente.

- Tensión aislamiento 07Z1 750 V

Estarán fabricados en cobre electrolítico, salvo indicación expresa de otro material en el presupuesto, rígidos, con aislamiento de PVC, y capaces de soportar satisfactoriamente los ensayos de las Normas UNE 20427, UNE 20432.1, UNE 20432.3, UNE 21172.1, UNE 21172.2 y UNE 21174. Por lo tanto, estos cables deben ser autoextinguibles, no propagadores de la llama, y los volátiles desprendidos no serán combustibles. No desprenderán humos opacos, tóxicos, ni corrosivos, y poseerán, además, un reducido factor de rozamiento para su fácil deslizamiento en el tendidos por tubos. La sección mínima a utilizar será de 1,5 mm².

Los cables llevarán una marca indeleble y fácilmente legible que identifique al fabricante, las siglas de designación de los mismos según la Norma UNE. Esta marca podrá ser realizada mediante una cinta impresa dispuesta, grabada o marcada en relieve sobre el aislamiento de un conductor, como mínimo (el conductor aislado de color azul, si lo hay), o mediante impresión, grabado o relieve sobre la cubierta.

6.4.3 Rutas y tendido de cables

Las rutas y grupos de cables indicados en los planos de distribución deben respetarse.

Asimismo, deben respetarse las rutas y agrupaciones de cables concretamente indicados o especificados en planos aprobados. Tales rutas y grupos se especifican frecuentemente para minimizar el efecto de fuego, para segregar cables de circuitos de disparo o señales débiles, o debido a capacidad de transporte de corriente.

Si el Contratista incumple estos requisitos deberá corregir la instalación a su propio cargo, sin que ello signifique retraso en las fechas de terminación previstas.

Cuando las rutas de cables se dejen a la discreción del Contratista, éste, en el momento de definirlas y en particular las rutas de bandejas de cables, determinará por inspección conjunta con otros Contratistas y la D.T., los requisitos de las rutas de cables de señales débiles en el área en consideración.

Donde sea posible, se establecerán rutas de cables comunes, evitando así la duplicidad de trabajo de montaje.

Cuando las líneas principales de señales débiles y eléctricas sigan rutas paralelas, los cables eléctricos irán a una distancia mínima de 0,5 m de los cables de señales débiles. También existirá una distancia entre los cables de alta tensión, baja tensión y señales débiles, tal como se indique en los planos pertinentes.

El Contratista verificará que no existen dificultades en los cruces de cables. Cuando se detecten dificultades, el Contratista pedirá el consejo de la D.T. Todos los cables se separarán de las tuberías de servicios. Debe notarse que muchas tuberías se calorifugan, lo que deberá tenerse en cuenta para prever las separaciones entre rutas de cables y de tuberías. Existirá, por

lo menos, una distancia de 0,3 m entre cualquier cable y el calorifugado de líneas de vapor o de agua caliente.

Los cables no deben soportarse o adosarse a tuberías, ya sea directamente o sobre el calorifugado, a menos que así figure en planos certificados.

Se hará todo lo posible para disponer las rutas de cables por lugares fácilmente accesibles. Los cables, siempre que sea posible, se tenderán en grupos y no independientemente.

La altura mínima de cables o soportes de cables que crucen estructuras, pasarelas u otros accesos poco importantes, será de 2,2 m, medidos desde el nivel de suelo terminado. La altura y situación de cables que crucen accesos principales se mostrará en los planos.

Todos los cables o soportes de cables serán instalados por encima de las tuberías, a menos que se indique lo contrario en planos. Cuando se encuentren dificultades, el Contratista consultará con la D.T.

A los cables que atraviesen forjados, plataformas, pasarelas, etc., se les dotará de una protección contra daño mecánico, hasta 2 m de altura por encima del nivel del suelo, por medio de contrabandejas o tubos resistentes, fijados permanentemente.

En lugares donde el daño a cables por encima de este nivel sea posible, la altura de protección será definida por la D.T. Las contrabandejas o tubos de protección incluirán espacio razonable para la instalación de cables adicionales. El Contratista consultará a la D.T. sobre la forma precisa de la protección requerida. Los huecos para paso de cables a través de forjados de hormigón o similar se sellarán para inhibir la propagación de fuego.

La entrada de cables aéreos a edificios se protegerá adecuadamente para impedir la entrada de agua de lluvia.

El radio de curvatura de cualquier cable no será menor que los valores mínimos especificados por los fabricantes de cables.

Los cables se tenderán en formaciones paralelas.

Cuando los cables se extiendan en el suelo, antes de colocarlos en su posición definitiva, se protegerán contra daños producidos por vehículos o por cualquier otra causa.

Después de tendidos, los cables se marcarán temporalmente con objeto de identificarlos hasta que se ejecute su conexionado e identificación por medio de marcadores adecuados permanentes.

La instalación de cables aislados con PVC, incluyendo curvado y enderezado, no será llevada a cabo cuando la temperatura ambiente sea igual o menor de 5°C, debido al peligro de dañar el aislamiento o la cubierta.

El uso de barracas o cobertizos provistos de calefacción y/o el paso de corriente por los conductores para calentarlos, se empleará sólo con el conocimiento y consentimiento de la D.T. Cualquier tipo de cobertura o local utilizado para este propósito será a prueba de fuego. El tendido, en las condiciones dichas, de cables que previamente han sido calentados, solamente podrá hacerse con el conocimiento y consentimiento de la D.T.

Cualquier fisura, corte o daño que pueda sufrir la capa de aislamiento o la cubierta de los cables, se pondrá en conocimiento de la D.T. inmediatamente después de ser descubierta. Sólo serán permitidos empalmes en los cables cuando lo autorice la D.T.

6.4.4 Terminación de cables. Prensaestopas

Los extremos de todos los cables terminarán adecuadamente en prensaestopas del tamaño y tipo correctos, excepto cuando se especifique lo contrario en planos. El método preferido es el de entradas roscadas. Normalmente los aparatos serán suministrados con entradas roscadas; pero ocasionalmente los equipos pueden ser suministrados con agujeros no roscados. Excepto en edificios secos, las entradas de cables irán situadas, siempre que sea posible, en la parte inferior de los aparatos con objeto de evitar la entrada de agua u otros líquidos por el cable.

Cuando no sea posible la entrada por la parte inferior, se podrá usar la entrada lateral siempre y cuando los cables salgan con pendiente hacia abajo.

Todos los cables se soportarán de tal modo que no ejerzan esfuerzos en los prensaestopas o equipos.

Cuando el espesor de la placa en la que se rosca el prensaestopas es menor que la longitud axial de la porción libre de la rosca más 3 filetes completos del prensaestopas necesario, se instalará una arandela tipo Grower y una contratuerca.

En el caso de equipos con agujeros no roscados para prensaestopas, se colocará una arandela tipo Grower y una tuerca de fijación. En este caso, los agujeros no serán mayores que lo necesario y se limpiarán para eliminar cualquier viruta.

Las arandelas tipo Grower tendrán el tamaño adecuado y las tuercas serán hexagonales a menos que el espacio disponible impida el uso de otro tipo que no sea el redondo.

Al personal del Contratista podrá pedírsele que demuestre su habilidad en la ejecución correcta de cualquier terminación de cable usado, a satisfacción de la D.T. Cuando los prensaestopas estén situados en locales mojados, se sellarán de modo eficaz contra la humedad, utilizando cinta de PVC autofusión o por medio de una pasta especial.

El Contratista se asegurará que todo su personal está familiarizado con los diversos tipos de prensaestopas usados, tanto en lo que se refiere a su aspecto como al método de colocación. El Contratista se asegurará que el personal no familiarizado con los métodos de terminación de prensaestopas, reciba instrucción adecuada y que su trabajo sea comprobado periódicamente hasta que su habilidad quede probada y fuera de toda duda.

6.4.5 Cables en tubos enterrados

Los cables en tubos enterrados se instalarán en el orden y situación mostrada en los planos de proyecto. El orden y situación de los cables dentro de los tubos será elegido de modo que se reduzca al mínimo el calentamiento indebido de los mismos.

Los marcadores de cables (tal como se describen en el apartado correspondiente) se colocarán en cada cable justamente antes de la entrada del tubo e inmediatamente después de

la salida. Este requerimiento se aplica aun cuando se instale solamente un cable por conducto, ya que pueden añadirse más cables posteriormente.

Los finales de los tubos serán lisos y libres de salientes. Antes de comenzar la instalación de cables, se limpiarán cuidadosamente en toda su longitud. Cuando se prevean tubos pequeños para llevar los cables desde el pie de un pilar o estructura metálica a aparatos próximos, se dejarán sobresaliendo 0,1 m del nivel del suelo. Antes de ser embebidos en el hormigón se sellarán por ambos extremos para prevenir la entrada de materias sólidas, agua, líquidos, etc.

6.4.6 Protección ignífuga de cables

Cuando sea necesario disponer una protección ignífuga para cables, ésta será normalmente fijada por la sección de proyecto e instalada por otros. El Contratista se familiarizará con la disposición final pretendida y se asegurará que no impide la ulterior instalación de la protección ignífuga.

6.4.7 Marcadores de cables e identificación de caminos

Cada cable se marcará en cada extremo con su correspondiente identificación, como se indica en la lista de cables. Los marcadores se fijarán firmemente a los cables y se orientarán de modo que sean claramente visibles desde la dirección en la cual los cables serían normalmente inspeccionados. (En algunos casos, pueden ser necesarios números estampados sobre metal o tiras de identificación de metal estampado fijadas al cable con alambre). Esto solamente será en el caso de ser pedidos específicamente para un cierto edificio y se aplicará a todos los extremos de los cables del edificio en cuestión. El Contratista será notificado de este requerimiento a través de la D.T., antes de comenzar el montaje.

En los planos de proyecto, se especificará en detalle si en las rutas de cables se requieren marcadores de cables intermedios. Los marcadores se colocarán inmediatamente después de ser tendido cada cable y no todos a la vez, después de ser tendidos todos los cables.

6.4.8 Soportes para cables y bandejas

Los soportes para las bandejas principales de cables serán, normalmente, suministrados y montados por el Contratista eléctrico y se entregarán listos para el montaje de bandejas de cables, etc.

Los colgadores suministrados por el Contratista serán de tamaño tal que permitan instalar un 10 % más de cables como mínimo.

Las sujeciones a estructura metálica se harán preferiblemente por medio de grapas de tipo aprobado por la D.T.

Todos los soportes y fijaciones serán adecuados para el servicio a que se los destina.

La distancia entre soportes de bandeja estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de bandejas.

Cualquier agujero practicado en bandejas de cables para acceso de cables, será ejecutado de modo que sea imposible dañar a los mismos.

Con objeto de facilitar el tendido de los cables, los soportes de bandejas se procurará que sean abiertos por una de las dos caras.

El Contratista pondrá especial cuidado cuando se tiendan cables sobre soportes horizontales. La flecha permitida entre soportes de cables, en orden a asegurar un funcionamiento satisfactorio prolongado, será la mínima posible. En tendidos verticales, los cables se sujetarán a intervalos no mayores de 0,5 m.

De modo similar, en todas las bandejas, los cables se sujetarán a intervalos iguales y a cada lado de una curva o cambio de dirección.

Cuando las bandejas se soporten del techo por medio de varillas roscadas, una vez nivelada la bandeja, se cortarán las varillas por la parte inferior de modo que sólo sobresalgan 5 hilos de rosca. Para la sujeción del soporte horizontal, se usará tuerca, contratuerca, arandelas normales y Grower.

6.4.9 Fijaciones para cables

Cuando sea necesario atar los cables, se usarán bridas de material plástico. Esto es obligatorio en salas eléctricas y con paneles de mando, y es aconsejable en todos los lugares donde las condiciones permitan usarlos en razón de la posibilidad que tienen de permitir la adición de cables.

En rutas de cables horizontales (por ejemplo, en ganchos de suspensión o bandejas de escalera), no es necesario atar los cables a menos que se especifique lo contrario, si bien pueden atarse por grupos por razones estéticas usando cintas de sujeción adecuadas.

Cuando existan varios cables en la misma bandeja, se colocarán paralelos y se sujetarán a la misma con un sujetador común.

Está terminantemente prohibido usar alambre para la sujeción provisional de cables, debido al peligro que entraña su entrada en aparatos si nadie se percatara de ello. Para las sujeciones provisionales se usarán hilos o tiras de plástico o nylon.

6.4.10 Conexión de conductores

Todos los cables trenzados, se terminarán con terminales de presión, a menos que el equipo al que se conecten esté equipado con bornes especiales.

Todos los hilos se identificarán con el número de terminal al cual irán conectados. Para la identificación de los hilos se usarán exclusivamente anillas cerradas de plástico del tipo imperdible.

Las anillas serán de tamaño tal que ajusten perfectamente al cable. Las anillas se orientarán de forma que girándolas a 90° en el sentido de las agujas de reloj puedan leerse correctamente. Solamente se permite un hilo por terminal.

6.5 IDENTIFICACIÓN

Cada elemento de la instalación eléctrica se identificará por medio de una etiqueta legible, permanente y precisa, excepto los motores que ya vendrán debidamente identificados de fábrica mediante un código previamente definido en proyecto. Es de la mayor importancia comprobar que las etiquetas fijadas sobre los elementos de los equipos son correctas. El departamento de proyecto preparará y editará una lista de etiquetas por elementos. Estas etiquetas serán suministradas por el Contratista.

Las etiquetas en equipos industriales se fijarán por medio de tornillos y tuercas o tornillos autorroscantes.

Se preverán etiquetas provisionales para los elementos no cubiertos por la lista de etiquetas. Las etiquetas provisionales serán claras y legibles y pueden ser de cinta adhesiva de PVC, adecuadamente marcada. No se marcarán o identificarán los equipos con tinta, bolígrafo o cualquier otro tipo de marcadores.

6.6 CAJAS DE DERIVACIÓN

Las cajas de derivación se montarán dónde y cómo indiquen los planos. Cuando en los planos no esté indicada la posición de las cajas de derivación se tendrá en cuenta lo siguiente:

- En falsos techos no accesibles, las cajas se montarán por debajo del falso techo, en paredes o pilares que lo permitan. El centro de las cajas se situará 0,3 m por debajo del falso techo. Cuando se agrupen varias cajas, éstas serán de la misma altura. En general se procurará que todas las cajas sean de la misma altura. No se admiten las cajas con tapa redonda. Las agrupaciones de cajas llevarán el mismo orden correlativo.
- En falsos techos desmontables, las cajas se fijarán al techo, pared o a las bandejas. Las cajas de derivación serán con tapa fijada por tornillos no aceptándose tapas fijadas a presión. Podrán existir los siguientes tipos de suministro: Fuerza Normal, Fuerza Emergencia, Alumbrado Normal, y Alumbrado Emergencia. No deberán mezclarse en el mismo tubo cables de suministros distintos. En general, no se usarán cajas de derivación para varios suministros.

En las cajas que vayan en el falso techo, podrán utilizarse rotuladores indelebles para marcar el tipo de suministro.

Antes de tapar definitivamente las cajas de derivación se quitarán todos los restos que contengan (yeso, cemento, trozos de cables, etc.).

Cuando en el proyecto no se indique el tamaño de las cajas, el Contratista deberá prever cajas que sean amplias, de modo que la regleta de conexión y los cables quepan holgadamente en su interior.

Los cables deberán ser de una longitud tal que permitan extraer completamente la regleta al exterior de la caja. No deberán instalarse más de dos hilos por borne. Cada tres curvas como máximo deberá colocarse una caja de derivación.

6.7 PEQUEÑO MATERIAL

La situación en el plano horizontal de interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, etc. viene reflejada en planos. Las alturas de montaje normalizadas serán las siguientes:

- Los interruptores, conmutadores y pulsadores en zonas de uso general se colocarán a 1,25 m del suelo terminado.
- Las tomas de corriente y tomas de voz y datos en zonas de uso general se colocarán a 0,30 m del suelo terminado.
- Las tomas de corriente para uso general en aseos y vestuarios se colocarán a 1,50 m del suelo terminado.
- Las tomas de usos varios de cocina se colocarán a una distancia mínima de 0,50 m del plano vertical formado por el borde del fregadero.

Cuando en un edificio existan varias salas, locales, etc. iguales o similares, los elementos de maniobra tomas de corriente, etc., se colocarán en la misma posición relativa.

La conexión de interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.

Las tomas de corriente para suministro Normal, y Emergencia, serán de colores distintos.

En locales en los que existan varios interruptores juntos, el primer interruptor será siempre el del alumbrado general del local. Los interruptores se colocarán siempre junto a las puertas y en el lado opuesto al que abren.

6.8 CANALETAS

Desde el punto de vista de la funcionalidad, existen dos tipos de canaletas: las que se utilizan sólo para el paso de cables y las que además permiten montar pequeño material en su tapa.

Cuando se monten en el falso techo en sustitución de tubos, se soportarán de modo similar a las bandejas y, normalmente, por medio de espárragos roscados. En este caso no se colocarán las tapas.

Cuando se monten en el falso suelo en sustitución de tubos, se instalarán siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las canaletas que van montadas superficialmente sobre las paredes se colocarán a la altura que determine el Arquitecto. Cuando la altura de colocación de las canaletas se deje a libertad del Contratista, éste tendrá en cuenta que deberá colocarse bien por encima de mesas y muebles o bien a la altura del rodapié o por encima de éste.

Cuando para la limpieza de un local se utilice agua, la canaleta deberá colocarse por encima del rodapié y si es posible por encima de mesas y muebles.

Las uniones de canaletas y de tapas se harán de modo que no presenten discontinuidad. Las canaletas suelen ir compartimentadas para segregar cables que transportan corriente de distintas características. Deberá respetarse estrictamente la segregación de los cables. Salvo indicación en contra, los cables para las tomas de corriente irán contiguos a los de telefonía y los de datos contiguos a éstos.



7 MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

7.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Los cuadros de distribución se instalarán donde figure en los planos aprobados para construcción. En salas eléctricas de cuadros de distribución, en las cuales el espacio es extremadamente limitado, los cuadros se colocarán estrictamente donde se indique. Estas disposiciones de cuadros se dibujan normalmente de modo que entre ellos exista la mínima distancia aceptable entre cuadros adyacentes y estas distancias no deben ser disminuidas. La misma filosofía aplicará para la colocación de cuadros adicionales como armarios de contadores, etc.

Los cuadros se sujetarán firmemente a la estructura o soporte. Los cuadros simplemente apoyados en el suelo, se instalarán sobre bancadas de 0,10 m por encima del nivel del suelo terminado, a menos que se especifique otra cosa en los planos.

Los hilos de los cables se dejarán razonablemente largos para permitir la transferencia a otro panel si fuera necesario. No están permitidos los mazos de cables.

Todos los cuadros de distribución serán identificados como se indica en planos. En todos los cuadros de distribución de tipo industrial, el letrero principal de identificación del cuadro se fijará por medio de tornillos y tuercas o tornillos autorroscantes. Todas las salidas se identificarán de modo legible con el nombre del circuito que alimentan.

7.2 CUADROS SECUNDARIOS

Los cuadros secundarios de alumbrado y de fuerza, así como cuadros de protección local, viviendas, paneles de relés, paneles de arrancadores, etc. se instalarán en una posición aproximada a la que figuran en los planos de proyecto, aprobados para construcción. Se podrá variar la posición definitiva en función de las necesidades de los recintos, la instalación y la operación para la cual fueron proyectados.

Los cuadros secundarios especiales fabricados por otros en taller y que deban ser instalados por el Contratista, se ensamblarán de acuerdo con las instrucciones facilitadas por el fabricante del mismo o dadas por la D.T.

En caso de cuadros secundarios especiales a instalar por otros, el Contratista deberá, si se requiere, facilitar personal no cualificado por un corto período de tiempo para ayudar en los trabajos asociados normalmente con las etapas preliminares de montaje, como por ejemplo, descarga y colocación. Todas las secciones de un cuadro se fijarán firmemente entre sí. Las barras principales no deberán estar sometidas a esfuerzo alguno y en ningún caso se atornillarán entre sí (incluso sin apretar los tornillos) para ayudar en la alineación de las secciones del cuadro.

En general, todos los cuadros se montarán en una posición accesible con el criterio general de que cuanto mayor sea la atención que requiera un equipo, tanto más accesible será.

Los cuadros, antes de su instalación, se almacenarán protegidos para evitar dañarlos, ya que las piezas de repuesto son difíciles de obtener. Las puertas de los cuadros se mantendrán

cerradas siempre, a menos que alguien esté trabajando en el interior. Los equipos sueltos como herramientas, fusibles, pequeño material, etc. no se almacenarán en el interior de los cubículos de los cuadros, bajo ninguna circunstancia.

7.3 MOTORES

Los motores serán colocados, fijados y alineados por otros. Los cables entrarán a las cajas de bornes por la parte inferior, para impedir la entrada de agua en la caja y los conductores del cable se conectarán de acuerdo con lo mencionado anteriormente en este documento.

Todos los prensaestopas se limpiarán y estarán en buenas condiciones.

Para impedir daños internos debidos a humedad y evitar los retrasos propios del secado de los motores, el Contratista, antes de conectarlos y ponerlos en funcionamiento, se asegurará de que la caja de bornes y otras están equipadas con tapones provisionales. Se notificará inmediatamente a la D.T. la existencia de cualquier motor sospechoso.

Planificando adecuadamente el trabajo de montaje y de inspección de los planos y de los motores en campo, el Contratista confirmará que todas las cajas de conexión de motores suministradas son adecuadas y sirven para el tamaño y tipo de cable especificado en los planos aprobados. Cualquier caja dañada, dudosa u obviamente inadecuada, o disposición de terminales incorrecta, se pondrá inmediatamente en conocimiento de la D.T.

El Contratista confirmará con la D.T. la secuencia de rotación de fases para conectar los motores de modo que su sentido de giro sea correcto.

El Contratista se asegurará que (donde sea posible) dos conductores del cable pueden intercambiarse en la caja de bornes del motor sin castigar las conexiones o tener que rehacer el prensaestopas, en el caso de que fuera necesario invertir el sentido de giro del motor. Si, de todos modos, considerase que las condiciones citadas no pueden cumplirse, informará a la D.T. de esta limitación y confirmará el sentido de giro del accionamiento en cuestión para conseguir una conexión correcta a la primera.

El Contratista confirmará el sentido de giro requerido en todos los motores de gran potencia, ya que es difícil invertir el sentido de giro de estos motores una vez conectados. Esto es debido a los problemas asociados con la manipulación de cables de gran sección, imprescindibles para los motores más grandes y al tiempo consumido para conseguir aislamientos adecuados en motores de estas características. Algunos motores pueden estar equipados con una protección por termistores.

7.3.1 Protección para intemperie

Se llama la atención del Contratista sobre el hecho de que, si bien los equipos para intemperie se han proyectado estancos al agua, algunos equipos podrían requerir una protección adicional. Los requerimientos serán indicados por la D.T.

7.3.2 Sellado de huecos

Todos los huecos realizados en un elemento compartimentador permiten la propagación del incendio, por lo que todo hueco entre distintos sectores del edificio, a efectos de protección contra incendios, que permanezca al finalizar la obra, debe ser tratado adecuadamente.

No se admitirá el tapar estos huecos, siendo preciso su sellado con sistemas que deben cumplir los requisitos necesarios de resistencia al fuego, exigibles mediante Normativa al elemento compartimentador, en el que se aplicarán estabilidad mecánica, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico, requisitos que deben avalarse mediante ensayos realizados por Laboratorios Independientes Acreditados.

La solución adoptada para este sellado debe ser una de las siguientes:

- Sistema de paneles: los paneles están fabricados de lana de roca de alta densidad, cortados e instalados en los huecos y posteriormente deben recubrirse por masilla y resinas termoplásticas de tipo cerámico.
- Sistema de morteros: debe tratarse de morteros de cementos con áridos ligeros y aditivos especiales. Su aplicación se realizará en masa, con espesores gruesos de entre 18 y 20 cm o todo el espesor del elemento compartimentador. Este sistema se utilizará especialmente en el sellado de patinillos registrables y otros huecos de alta resistencia mecánica.
- Sistema modular: esta solución se aplicará en atmósferas explosivas y lugares con posibilidad de inundación, al ser resistente a las explosiones y hermético al agua. Son sistemas especialmente prefabricados a base de módulos diseñados según el tamaño del hueco y los tipos y diámetros de los cables, instalándose en el hueco a presión.
- Sistema de almohadillas intumescentes: este sellado se aplicará en instalaciones provisionales, adoptándose una de las soluciones anteriores para una instalación definitiva. Esta solución trata de almohadillas de tejido especial, rellenas de material intumescente flexible, que se dilata con el fuego, sellando el hueco.

8 INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Los planos de distribución de aparatos de alumbrado aprobados, indican la situación aproximada de las armaduras. El Contratista determinará la situación exacta de cada armadura en campo. La situación exacta de las armaduras será función de la facilidad del cambio de lámparas, de las interferencias con tuberías u otros equipos mecánicos y de la obtención de una iluminación tan uniforme como sea posible.

Cualquier tubo fluorescente o armadura adicional que se pida que suministre el Contratista, será del tipo mostrado en la cédula de equipos de alumbrado.

Donde sea posible, las armaduras de un local se espaciarán simétricamente. Los tamaños, tipos y colores de las lámparas o tubos con que deben equiparse las armaduras, figurarán en la cédula o planos aprobados.

Los soportes adicionales para alumbrado, si no son suministro del Contratista, serán instalados por éste, al igual que el cableado suplementario necesario. El equipo de encendido y la protección deben montarse dentro de la carcasa de alumbrado, siempre que sea posible.

No se montarán armaduras de alumbrado en equipos que vibren. Todos los soportes y abrazaderas serán robustos y todas las armaduras se sujetarán firme y adecuadamente (si es posible combinadas con soportes de otros equipos eléctricos).

El número de cajas de derivación usadas en circuitos de alumbrado, se mantendrá al mínimo. No se montará una caja de derivación por armadura (para fines de desconexión y de busca de fallos), a menos que así figure en planos aprobados.

El cable de alimentación a armaduras de alumbrado colocadas en falsos techos modulares se dejará lo suficientemente largo como para permitir mover la luminaria a uno cualquiera de los módulos contiguos.

La iluminación de emergencia se resuelve mediante luminarias autónomas de emergencia tipo fluorescente dotadas de pilotos de señalización y led indicador del estado de carga, con reserva mínima de 1 h, con equipo electrónico de conmutación de maniobra entre suministro normal y auxiliar cuando la tensión descienda del 70% de su valor nominal con toma de corriente de la red normal. Se distribuirán por planta de manera que queden adecuadamente iluminados los pasos principales. El aparcamiento estará dotado del correspondiente equipo de emergencia de forma que cumpla la función complementaria de señalización, dotado de pictograma con indicación de salida y proporcionando una iluminación superior a 3 lux en viales y en el eje de salidas y pasillos.

9 RED DE TIERRAS

La red de tierras se ejecutará de acuerdo con planos aprobados para construcción. Se conectarán a la red de puesta a tierra:

- La estructura del edificio.
- Las masas metálicas de motores y cuadros de protección y maniobra.
- Antenas.
- Guías de ascensores y montacargas.
- Las instalaciones de fontanería, calefacción y refrigeración.
- Tomas de corriente y carcasas de luminarias.
- En general todo elemento metálico susceptible de alcanzar accidentalmente tensiones peligrosas respecto de la de tierra.

Todos los depósitos y tuberías metálicas destinados al almacenamiento y transporte de fluidos combustibles estarán dotados de tomas de tierra a la red general, o bien independientes, aún en el caso de carecer de equipo eléctrico.

Los empalmes y derivaciones se efectuarán con soldadura aluminotérmica o bien con piezas de empalme robustas que aseguren un buen contacto y que no se deteriorarán por el paso de una corriente de defecto.

Se consideran admisibles las uniones mediante grapas, manguitos y soldadura. Ninguno de los elementos utilizados para la unión debe ser susceptible de destruirse por corrosión.

Los conductores enterrados utilizados para la puesta a tierra serán de cobre desnudo, con una resistencia eléctrica igual o inferior a 0,514 Ohm/Km, enterrados a una profundidad no inferior a 0,8 m, y tendrán una sección mínima de 35 mm².

La instalación incluirá las suficientes arquetas para la ejecución de la conexión de las líneas principales con la conducción enterrada. En dichas arquetas se interpondrá un puente de conexión para el seccionamiento de las líneas principales de bajada durante la medida de la resistencia de puesta a tierra.

La continuidad de la red de tierra del sistema de potencia se mantendrá a través del conductor de tierra de los cables a equipos. Donde se requieran conexiones de tierra suplementarias, éstas figurarán en los planos.

Está prohibido el uso de tubos de material magnético para la protección mecánica de los cables de tierra.

El cable de la red de tierra será siempre bien visible. Cuando el cable de tierra discorra por bandeja junto con otros cables, éstos no deberán tapar el cable de tierra. Si es preciso, el cable de tierra se grapará a la bandeja. En los cuadros que estén formados por más de un módulo, la barra de tierra se conectará a tierra por los dos extremos.

10 PARARRAYOS

10.1 DESCRIPCIÓN

Los pararrayos de tipo capacitivo tendrán como principio de actuación el de sistema activo con dispositivo de cebado.

La punta de captación estará formada por un triple sistema de protección compuesto por un condensador electroatmosférico, un sistema de cebado y un derivador a tierra. Se completará con un doble dispositivo de aislamiento y vía de chispas.

El condensador electroatmosférico debe disponer de una armadura externa aislada y a potencial flotante con respecto a su eje central conectado a la tierra. Formará un condensador natural en función del campo eléctrico circundante, con dos vías de chispas, una en atmósfera controlada y otra en atmósfera ambiente.

El sistema de cebado dispondrá de un transformador - generador de impulsos eléctricos de alta tensión, con funcionamiento alterno, dependiendo del campo eléctrico circundante.

Cuando los campos eléctricos son muy elevados (superiores a 50 kV/m), la armadura externa a potencial flotante del pararrayos captará esta energía, acumulándola, y mediante su transformador - generador liberará unos impulsos de alta tensión que, en pequeños intervalos serán dispersados a la atmósfera en forma de trazador ascendente, denominado también líder.

Estos impulsos que forma el líder son propagados a la atmósfera en forma de descargas intermitentes, alcanzando unas velocidades medias de 1 m/s.

10.2 FORMA DE INSTALACIÓN

El terminal aéreo de un pararrayos debe de superar como mínimo dos metros la máxima cota de la estructura a proteger. El radio de cobertura será determinado por la longitud resultante desde la ubicación del terminal aéreo de captación hasta el punto más desfavorable de la estructura a proteger, con un margen de seguridad de un +10% y en ningún caso superar radios de más de 100 m.

Las bajantes a tierra serán lo más verticales posible, no efectuando curvas con radios no inferiores a 20 cm, ni cambios de dirección con ángulos inferiores a 90°. Se recomienda una segunda bajante a tierra para mejorar el índice de seguridad de la instalación.

Toda la instalación montada dentro del edificio será oculta. Toda la instalación ubicada en lugares accesibles será adecuadamente protegida y ocultada.

Todo el material será instalado de forma que se evite la acción electrolítica en presencia de humedad.

Todos los pasos en cubiertas, muros o cualquier otra perforación en el edificio serán realizados de forma que se prevea la imposibilidad de entrada de agua y/o humedad.

En aquellos puntos en que los conductores crucen juntas de expansión del edificio, se instalará un bucle en cada uno de estos puntos. Las arquetas de inspección serán suministradas en cada uno de los electrodos de puesta a tierra, y según sea requerido por la configuración del edificio. Los puntos de prueba serán suministrados dentro de arquetas de inspección de tierra.

La toma de tierra tiene un valor muy importante en la instalación de protección contra el rayo. Su resistencia óhmica debe ser lo más baja posible. Para evitar incidencias, es muy importante controlar los valores de impedancia totales de la instalación y verificar que las tomas de tierra presentan un valor adecuado.

Una vez realizada la toma de tierra del pararrayos se interconectará con la red perimetral de tierra del edificio, en caso de existir, para buscar una equipotencialidad compensada.

Se realizarán las medidas de resistencia a tierra por personal inspector que esté familiarizado con el uso de estos sistemas portátiles de prueba. Una vez que haya sido terminada la red de tierra, la resistencia de ésta será medida y presentados los datos por escrito a la Propiedad y a la Dirección Técnica.

El mantenimiento de un sistema de protección contra el rayo debe consistir en una revisión periódica anual e inmediatamente después de que se tenga constancia de haber recibido una descarga eléctrica atmosférica. No debemos olvidar que estos trabajos periódicos conservan en perfecto estado la instalación y evitan costes mayores de reparación. La instalación de un contador de rayos es imprescindible para verificar los impactos de rayos recibidos y proceder rápidamente a la revisión de la instalación como indica la norma UNE 21.186. También es de gran utilidad estadística.

Todos los materiales cumplirán con la citada norma UNE 21.186. La documentación necesaria que debe avalar cualquier pararrayos deber ser:

- Un certificado de normalización de acuerdo a la normativa vigente.
- Una justificación del radio de acción por el fabricante.

11 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MANDO

11.1 SISTEMAS DE MANDO

Los sistemas de mando se instalarán y conectarán como se indique en los planos aprobados para construcción. Si no se indicara el cableado o conexionado en los planos aprobados, el Contratista lo pondrá en conocimiento de la D.T. Para el cableado se preferirán cables multiconductores.

El Contratista se asegurará de que los contactos de todos los elementos que dan una orden se conecten tal como se indica en los planos, con objeto de asegurar un funcionamiento correcto.

11.2 PANELES LOCALES DE MANDO

Los paneles locales de mando que alberguen pulsadores, interruptores de seguridad y otros equipos de similares características se instalarán en el lugar y de la manera que se indique en planos. Cuando su posición no esté claramente definida, se colocarán dónde y cómo indique la D.T. No obstante, se tendrá en cuenta:

- La caja de pulsadores o interruptor de seguridad de cada motor, se procurará colocar cerca del motor teniendo en cuenta que el soporte, si existe, no dificulte las tareas de reparación o mantenimiento.
- Cuando existan varios motores juntos, se podrán agrupar sus botoneras o interruptores de seguridad debiendo guardar la misma posición relativa que los motores.
- Para la sujeción de estos equipos se tendrá en cuenta lo que se refiere a sujeción de equipos en general indicado en este documento.

11.3 CABLEADO

El cableado de mando se instalará y conectará como figura en los planos aprobados. Si el cableado no figura en los planos aprobados, el Contratista discutirá este punto con la D.T.

En caso de usar hilos sueltos para la interconexión de paneles, regletas de terminales, etc., sólo se permitirá el uso de canaletas para su ubicación.

11.4 CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES

Las condiciones básicas que deben reunir los materiales vienen en el precio descompuesto correspondiente y en la Descripción de la Obra de este Pliego de Prescripciones Técnicas; no obstante, en este apartado se detallan más específicamente y con mayor profundidad las características que deben reunir determinados materiales que se consideran más críticos o menos conocidos en el mercado.

Los materiales a suministrar por el Contratista deberán ser productos normales de un fabricante de reconocida garantía, e iguales o equivalentes a los especificados en el presupuesto del Proyecto. Cuando en el mismo se indique una marca determinada, el Contratista vendrá obligado a emplear dicho material, excepto que el Director de la Obra indique otra cosa.

Cuando el Contratista pretenda emplear materiales o equipos distintos, pero similares a los especificados en el Presupuesto de este proyecto, u ofrecidos en su oferta, será condición necesaria contar con la autorización expresa de la Dirección de Obra, para lo cual el Contratista debe proporcionar toda la documentación que se estime necesaria.

La Dirección de Obra podrá rechazar materiales o equipos suministrados por el Contratista en los que no se haya cumplido el anterior requisito, sin necesidad de otra justificación o motivo.

Los materiales y equipos que hayan de ser fabricados especialmente para las obras por el Contratista o sus proveedores, lo serán con sujeción a los planos del proyecto y a los de detalle que facilite la Dirección de Obra. Los planos de fabricación deberán ser presentados a dicha Dirección para su aprobación.

Cuando los materiales no fuesen de la calidad prescrita en los Documentos de este proyecto, o no tuvieran la preparación en él exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en aquel se reconociera o demostrara que no era adecuado para su objetivo, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o cumplan el objeto a que se destinen.

Si los materiales, elementos de instalaciones y aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la Dirección de Obra, se recibirán, pero con la rebaja de precio que la misma termine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en las debidas condiciones.

Todos los materiales empleados cumplirán con las especificaciones establecidas en el apartado correspondiente de su pliego particular y con las Normas nacionales e internacionales que les sean de aplicación.

12 RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La D.T. podrá realizar, en el transcurso de la obra, cuantos ensayos, pruebas y análisis estime oportunos para determinar que las instalaciones se llevan a cabo de acuerdo con lo establecido en el presente Proyecto y en la Normativa vigente. Los gastos ocasionados serán a cargo del Contratista.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia de la D.T. Asimismo, en caso de dudas podrá solicitar del Contratista y a su cargo, pruebas, ensayos y certificados de idoneidad, prestaciones, características, etc. de materiales y/o equipos realizados por Laboratorios homologados, éstos a propuesta del Contratista, con la aprobación de la D.T. o directamente propuestos por la D.T.

12.1 PRUEBAS

12.1.1 Pruebas parciales

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc. de todos los elementos que haya indicado la D.T.; particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedar ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas. Cualquier defecto o deficiencia descubiertos como resultado de estos tests serán corregidos sin coste adicional para la Propiedad.

12.1.2 Pruebas finales

Terminadas las instalaciones, serán sometidas por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite la D.T. Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las Especificaciones del Proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido la D.T., tales como limpieza, remates, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican, referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación. En todos los casos se preparará un protocolo de ensayos, que se someterá a la aprobación de la D.T. y una vez realizadas las pruebas y completados los ensayos, se entregará a la D.T.

12.1.3 Pruebas específicas

Se comprobará el funcionamiento de cada equipo y su consumo energético, en condiciones reales de trabajo, aportando estos datos a la D.T. Se comprobará el tarado de todos

los elementos de protección y seguridad, y presentará a la D.T., una relación con los valores fijados y medidos. Se medirán valores de aislamientos, tensiones de contacto y paso, resistencias de tierras y similares parámetros de la instalación. Se comprobará el ajuste y funcionamiento de todos los sistemas eléctricos y electrónicos.

El Contratista entregará a la D.T. un resumen de las medidas y comprobaciones realizadas a lo largo de la ejecución de la obra. Para todo ello, el Contratista dispondrá de cuantos equipos de medida y comprobación solicite la D.T., y realizará las modificaciones precisas para la implementación a su cargo.

12.1.4 Pruebas globales

Independientemente de las pruebas parciales o controles de recepción realizados durante la ejecución, la D.T. comprobará que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en Proyecto y contratados, así como la correcta ejecución del montaje. Se comprobará, en general, la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación. Finalmente se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía, haciendo especial hincapié en el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

12.2 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Habrán sido realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para la D.T., y rematados todos los trabajos. Se habrá presentado ante los Organismos Oficiales competentes la documentación que se indica en el Pliego de Condiciones Administrativas, así como el Certificado Final de Obra, obtenida la oportuna aprobación. Asimismo, el Contratista habrá entregado a la D.T. lo siguiente:

- Manual de instrucciones, uso y mantenimiento de todos los equipos que requieran intervención.
- Resultado de las diferentes pruebas y medidas realizadas, con las anotaciones que puedan precisarse.

Una vez cumplidos estos trámites, se procederá al acto de Recepción Provisional, para lo que se firmará, por triplicado, el Acta de Recepción, entre la Propiedad, la D.T. y el Contratista.

12.3 GARANTÍA Y RECEPCIÓN DEFINITIVA

Todos los materiales y la totalidad de la obra, estarán en perfecto estado para la Recepción Provisional, momento a partir del cual y hasta la Recepción Definitiva, se garantizará contra todo defecto de diseño, fabricación y funcionamiento.

El Contratista responderá ante la Propiedad de todos los materiales que suministre, aunque no sean de su fabricación, y del trabajo realizado hasta la entrega y Recepción Definitiva. Muy en especial, incluye esta cláusula de confrontación y verificación, que los materiales de

serie que instale cumplan las características anunciadas para ellos en los catálogos de los fabricantes, para lo cual, el Contratista se suministrará directamente de fabricantes a los que podrá hacer las advertencias que considere oportunas, pero siempre bien entendido, que la D.T. podrá exigir al Contratista el cambio de todos aquellos equipos que no cumplan las condiciones del catálogo y su sustitución por otros que sí las cumplan, por cuenta del Contratista.

Durante el período de Garantía, el Contratista asumirá en su costo no sólo lo que implica la misma, sino incluso las revisiones periódicas obligatorias, para lo que emitirá el adecuado Certificado de Mantenimiento y Revisiones. También, el Contratista se obliga a regular las instalaciones de acuerdo con las necesidades de explotación, si lo estimase conveniente la D.T.

Transcurrido el plazo de Garantía, y salvo que se hayan producido durante el mismo problema en las instalaciones que, a juicio de la D.T., sean de importancia, se procederá a la Recepción Definitiva. Con esta ocasión, la D.T. podrá solicitar la realización de las pruebas que considere oportunas, para confrontación con los criterios de funcionalidad y rendimientos que se definieron en Proyecto y/o quedaron reflejados en las pruebas efectuadas para la Recepción Provisional. Si se dieran variaciones no aceptables como normales para el uso, será a cargo del Contratista y su responsabilidad, rectificar el diseño de los equipos implicados.

En caso de considerarse todo como aceptado, se procederá al acto de la Recepción Definitiva, firmándose la correspondiente Acta, por triplicado, por la Propiedad, la D.T. y el Contratista.



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1	Instalación eléctrica.....	184
1.1.1	Descripción de los trabajos.	184
1.1.2	Riesgos más frecuentes.....	184
1.1.3	Normas basicas de seguridad.....	184
1.1.4	Protecciones personales.	185
1.1.5	Protecciones colectivas.	185
1.2	Instalación provisional eléctrica.....	185
1.2.1	Descripción de los trabajos en baja tensión.....	185
1.2.2	Riesgos más frecuentes.....	186
1.2.3	Normas basicas de seguridad.....	186
1.2.4	Protecciones personales.	186
1.2.5	Protecciones colectivas.	186

1 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

A las disposiciones de esta Ordenanza, se ajustará la protección obligatoria mínima de las personas comprendidas en el ámbito del sistema de la Seguridad Social, a fin de prevenir accidentes o enfermedades profesionales y de lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar en los centros y puestos de trabajo, en que dichas personas desarrollen sus actividades.

1.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Esta memoria pretende describir los distintos capítulos que constituyen esta instalación para analizar e identificar los riesgos laborales que se puedan evitar, indicando las medidas de prevención para ello, además de los riesgos laborales que no puedan ser eliminados y las medidas preventivas para reducir y/o controlar los mismos. Todo ello sin ahondar en la descripción de la instalación ya definidos en la memoria del presente proyecto.

1.1.2 RIESGOS MÁS FRECUENTES.

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Cortes en las manos por objetos y herramientas
- Corte por manejo de las guías y conductores
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Electrocución o quemaduras por conexiones directos sin clavijas macho-hembra.

1.1.3 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.

- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas, se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar tropezones.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado, contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica, serán anunciadas a todo el personal de la obra, antes de ser iniciadas para evitar accidentes.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco, junto a la entrada al cuarto del cuadro general eléctrico de la obra.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.

- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión, se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.

1.1.4 PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco de polietileno
- Guantes aislantes de electricidad
- Botas aislantes de electricidad
- Ropa de trabajo
- Plantillas anticlavos
- Traje para tiempo lluvioso
- Comprobadores de tensión
- Herramientas manuales, con aislamiento

1.1.5 PROTECCIONES COLECTIVAS.

Las escaleras, plataformas y andamios usados en su instalación, estarán en perfectas condiciones, teniendo barandillas resistentes y rodapiés.

1.2 INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA.

1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS EN BAJA TENSIÓN.

Previo conexión al punto de entrega de suministro de energía, procederemos al montaje de la instalación.

Se solicitará en aquellos casos necesarios, el desvío de las líneas aéreas o subterráneas que afecten a la edificación.

En el origen de cada instalación debe existir un conjunto que incluya el cuadro general de mando y los dispositivos principales de protección. El cuadro general de mando y protección, estará dotado de interruptor automático magnetotérmico general de corte omipolar, interruptores automáticos omipolares por cada salida y los elementos de protección diferencial de 30 mA que sean necesarios. Dispondrá como mínimo de un grado de protección IP45.

La alimentación de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución, en los que se integren:

- Dispositivos de protección contra las sobreintensidades.
- Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
- Bases de toma de corriente.

Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar; y aptos para servicios móviles.

1.2.2 RIESGOS MÁS FRECUENTES.

- Caídas en altura
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Caída al mismo nivel.

1.2.3 NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD.

Cualquier parte de la instalación, se considerará en tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

Los conductores, si van por el suelo no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos, al atravesar zonas de paso, estarán protegidos adecuadamente.

Los aparatos portátiles que sean necesarios emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

Igualmente, se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico. Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

1.2.4 PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco homologado de seguridad dieléctrico en su caso
- Guantes aislantes.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

1.2.5 PROTECCIONES COLECTIVAS.

Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros distribuidores, etc.



PRESUPUESTO



ÍNDICE PRESUPUESTOS

1	ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO	188
2	PRESUPUESTO ADMINISTRATIVO	191
3	PRESUPUESTO EJECUCIÓN	192

1 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

La introducción de la electricidad en la sociedad se ha convertido en necesidad básica para la población y por consiguiente en la economía.

Actualmente, tanto en los países más avanzado como en los países en vías de desarrollo, la electricidad es un recurso necesario para la evolución de la población, como consecuencia sus instalaciones están en continuo progreso.

En el caso del proyecto objeto de estudio, un edificio de nueva construcción, nos encontramos en un país desarrollado con una alta demanda de electricidad. Por lo que es un bien indispensable a la hora del crecimiento y desarrollo poblacional en zonas de expansión territorial.

Es por ello, que las instalaciones deben estar previstas para su futura implantación a gran escala. En nuestro caso, el centro de transformación se dimensiona para escala de consumo obligatoria, con la posibilidad de adicción o modificación de potencia en caso de necesidad, pero dicha acción queda sujeta a elección de la compañía comercializadora, a la que se cederá el centro de transformación una vez instalado.

No obstante, la inversión destinada al edificio de nueva construcción puede repercutirse en el precio de venta o alquiler final de las viviendas. En el caso de que la ley de comercialización de la energía se modifique antes de ejecución del proyecto y la cesión del centro de transformación, se podría amortizar la instalación mediante la venta de energía eléctrica a los usuarios clientes del centro de transformación.

En general en las comercializadoras del mercado eléctrico, la diferencia actual entre las tarifas de suministros en media tensión y baja tensión es aproximadamente de 0,09 céntimos el Kwh, ya que las tarifas usuales en baja tensión (2.0, 2.1, 3.0, según potencia) se encuentran en 0,13 céntimos el Kwh y las tarifas de media tensión (6.0, 6.1) oscilan entre 0,04 y 0,05 céntimos el Kwh, que pueden variar según comercializadora y valoración económica. Esta diferencia implicaría una amortización a medio/largo plazo y posteriormente una ganancia a la propiedad/abonado del centro de transformación.

En el caso del centro de transformación proyectado, y suponiendo un consumo aproximado de 300 Kwh por punto de suministro se obtiene un consumo total de 25.800 Kwh al mes, por el que se estaría pagando un término variable de 1.290€/mes. Si dicho término se reporta a los clientes del CT con una ganancia de 0,09 por Kwh, se obtiene 2.322€, menos el coste del coste del suministro al abonado, la ganancia mensual sería un total de 1.032€/mes.

Si prorrateamos el coste de las revisiones anuales a la instalación del CT (1240€/año), y las inspecciones obligatorias de industria cada 3 años (420 €/ 3 años), se obtendría un beneficio anual aproximado de 11.004€/año. Todo ello sin tener en cuenta el coste del precio del término fijo, el coste de las pérdidas de potencia, los posibles costes de energía reactiva y los impuestos correspondientes.

Sin embargo, este beneficio no es posible por la normativa vigente actual, puesto que para vender energía es necesario registrarse en industria como empresa comercializadora, pagar tasas de mayor coste que los beneficios de este proyecto y se obtendría un déficit en vez

de superávit. Además, esta normativa conlleva un mercado eléctrico sujeto a pocas restricciones a la hora de aplicar impuestos y subidas económicas lo que condiciona el gasto en el consumo de electricidad, y limita su uso en libre albedrío.

Por tanto, según la normativa vigente, la amortización de la instalación proyectada deberá realizarse mediante el alquiler o venta de los inmuebles con el porcentaje definido por la PROPIEDAD.

Asimismo cabe destacar que tras la modificación del 2014 de REBT, se establece la necesidad de implantación de puestos de recarga para vehículos eléctricos. Esta nueva condición técnica conllevará un cambio progresivo en materia de tecnología y medio ambiente, modificando el concepto de medios de transporte limpios de contaminación acústica y cero emisiones. Además, se añade la previsión de viviendas con grado de electrificación elevado, que posibilita la disponibilidad de potencias elevadas para la cada vez más acusada, inclusión de la tecnología dependiente de energía eléctrica en los hogares madrileños.



2 PRESUPUESTO ADMINISTRATIVO

CONCEPTO	IMPORTE
Proyecto Centro De Transformación	18.000,00
Proyecto Instalación Baja Tensión	21.450,00
Estudio Básico de Seguridad y Salud	1.500,00
TOTAL (SIN I.V.A.)	40.950,00



3 PRESUPUESTO EJECUCIÓN

Anexo al documento

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

PRESUPUESTO INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO APARAMENTA MEDIA TENSIÓN

u	MÓDULO COMPACTA 2 FUNCIONES LÍNEA+FUNCIÓN PROTECCIÓN 400 V/16 kV ORMAZABAL, MODELO CGMCOSMOS, 2LP (RMU). Celda compacta de 2 funciones de línea y 1 protección con ruptofusible, para corte y aislamiento integral SF6. Función de línea formada por interruptor seccionador de 3 posiciones (categoría E3), conexión - seccionamiento - doble puesta a tierra, de 24 kV de tensión nominal, 400 A de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito 16kVA; con mando manual clase M1, indicador de presencia de tensión. Función de protección formada por interruptor seccionador de 3 posiciones (categoría E3), conexión - seccionamiento - doble puesta a tierra, de 24 kV de tensión nominal, 400 A de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito 16kVA; con mando manual clase M1, indicador de presencia de tensión y fusibles limitadores. Totalmente instalada y conexionada.			
		1,00	9.696,46	9.696,46
u	ARMARIO MEDIDA A.T. Armario para medida en alta tensión, en instalación interior o intemperie, formada por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con panel de poliéster troquelado para montaje de equipos de medida, dispositivo de comprobación según normas de Cía. Suministradora, placa transparente precintable de policarbonato con mirilla practicable de acceso a máxímetro.			
		1,00	2.518,63	2.518,63
Ud	INTERCONEXIONES M.T. Suministro y montaje de cables para interconexión entre celda de protección de trafo y trafo de potencia, con cables unipolares de aluminio aislamiento seco DH1, de 1x95 mm2 12/20 KV, juego de terminales tipo ELASTIMOD de 24 KV del tipo cono difusor OTK en un extremo y del tipo enchufable recto K-152 en el otro extremo, asó como material accesorio para soporte de cables con abrazaderas de baquelita.			
		2,00	1.010,68	2.021,36
u	CUADRO B.T. EN C.T. Cuadro de baja tensión ORMAZABAL tipo CBTO-C, para protección con ocho salidas en baja tensión, con fusibles de A.P.R. dispuestos en bases trifásicas maniobrables fase a fase, con posibilidad de apertura y cierre en carga; incluso barraje de distribución, y conexiones necesarias.			
		1,00	2.240,56	2.240,56
TOTAL SUBCAPÍTULO APARAMENTA MEDIA.....				16.477,01
TENSIÓN.....				

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN

UDS

LONGITUD

ANCHURA

ALTURA

PARCIALES

CANTIDAD

PRECIO

IMPORTE

SUBCAPÍTULO INSTALACIONES AUXILIARES EN LOCAL CT

APARTADO 01.01 INSTALACIONES DE FUERZA-ALUMBRADO

Ud Luminaria fluorescente estanca 2x36 W/250 V, IP65

Suministro y montaje de luminaria fluorescente estanca IP65 2x36/250 V, modelo NLW-500/PACIFIC 095236 de PHILIPS, montaje adosado, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36 W/250 V, equipos de encendido HFP y accesorios de montaje, totalmente instalada y probada.

1,00

42,88

42,88

Ud Luminaria señal. emerg. estanca 30 m², IP55

Suministro y montaje de luminaria señalización emergencia estanca, tipo fluorescente 150 lúmenes para 30 m², modelo NOVA-N8S de DAISALUX. Totalmente instalada y probada.

1,00

44,63

44,63

Ud Interruptor unipolar estanco

Suministro y montaje de interruptor unipolar estanco de superficie Simón 29 10/16 A o similar, totalmente instalado y probado.

1,00

7,17

7,17

Ud Toma corriente estanca

Suministro y montaje de toma de corriente estanca de superficie, tipo Simón 29 o similar 2P+T, 16 A/220 V, totalmente instalada y probada.

1,00

9,20

9,20

MI Conductor Cu H07V Pirepol III - 2,5 mm²

Suministro y montaje de conductor de cobre H07V, tipo PIREPOL III de PIRELLI o similar aprobado de 2,5 mm² de sección, incluso accesorios de montaje e instalación.

30,00

1,09

32,70

MI Tubo PVC rígido 20 mm

Suministro y montaje de tubo de PVC rígido, tipo FERGONDUR o similar aprobado de 20 mm de diámetro, grapado a techo o muros incluso accesorios de fijación y montaje.

30,00

3,30

99,00

TOTAL APARTADO 01.01 INSTALACIONES DE
FUERZA-ALUMBRADO

235,58

APARTADO 01.02 INSTALACION DE PCI

Ud Extintor 5 Kg CO2

Suministro y colocación de extintores de CO2 de 5 Kg, con soporte de pared, eficacia 21A-113B homologado.

1,00

73,82

73,82

Ud DET. ANALOGICO OPTICO SDX751EM

Suministro e instalación de detector óptico de humo analógico inteligente de perfil extraplano. Direccionamiento sencillo mediante dos roto-switch decádicos. Funciones lógicas programables desde la central de incendios. Fabricado en ABS pirorretardante. Equipado con doble led que permita ver el estado del detector desde cualquier posición y micro interruptor activable mediante imán para realizar un test de funcionamiento local. Compensación automática por suciedad. Fácilmente desmontable para su limpieza. Incluye base B501 intercambiable con el resto de detectores analógicos.

Totalmente instalado, programado y funcionando según planos y pliego de condiciones.

Marca NOTIFIER Modelo SDX-751E.

1,00

58,45

58,45

Ud PULSADOR ANALOGICO REARMABLE M700KAC CON AISLADOR

Suministro e instalación de pulsador manual de alarma con elemento rearmable, direccionable y con aislador de cortocircuito incorporado.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN					UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
<p>Direccionamiento sencillo mediante dos roto-switch decádicos. Dispone de Led que permite ver el estado del equipo. Prueba de funcionamiento y rearme mediante llave. Incluye caja para montaje en superficie SR1T y tapa de protección.</p> <p>Totalmente instalado, programado y funcionando según planos y pliego de condiciones.</p>													
Ud	<p>Marca NOTIFIER Modelo M700KACI-FF/C. PULSADOR ANALOGICO REARMABLE M700KAC CON AISLADOR Suministro e instalación de pulsador manual de alarma con elemento rearmable, direccionable y con aislador de cortocircuito incorporado. Direccionamiento sencillo mediante dos roto-switch decádicos. Dispone de Led que permite ver el estado del equipo. Prueba de funcionamiento y rearme mediante llave. Incluye caja para montaje en superficie SR1T y tapa de protección.</p> <p>Totalmente instalado, programado y funcionando según planos y pliego de condiciones.</p> <p>Marca NOTIFIER Modelo M700KACI-FF/C.</p>												
											1,00	71,40	71,40
Ud	<p>MODULO AISLADOR M700X Suministro e instalación de módulo aislador de cortocircuito de lazo para protección de los dispositivos de detección y control de incendio analógico. Aislamiento de sectores de lazo afectados por cortocircuitos situados entre aisladores. Reposición de funcionamiento de forma automática. Led de señalización de estado (lazo en comunicación o aislado). Incluye caja semitransparente M-200SMB.</p> <p>Totalmente instalado, programado y funcionando según planos y pliego de condiciones.</p> <p>Marca NOTIFIER Modelo M700X.</p>												
											1,00	55,43	55,43
ml	<p>INST. LAZO ANALÓGICO 2X1,5 BAJO TUBO PVC RÍGIDO Suministro e instalación de metro lineal de cable manguera para el lazo analógico. Formado por un par de hilos trenzados y apantallados, de sección 1,5 mm2 de la marca HONEYWELL LIFE SAFETY. Trenzado de 20 vueltas por metro. Pantalla de aluminio con hilo de drenaje. Resistente al fuego según UNE 50200. De color rojo y cobre pulido flexible, resistente al fuego y libre de halógenos. Aislamiento de silicona. Instalado bajo tubo de PVC rígido de 20mm. Ejecución en superficie. Incluso p.p. de cajas de derivación, regletas, soportes y pequeño material.</p> <p>Totalmente medida la longitud instalado, conexionado y probado.</p>												
											25,00	7,88	197,00
Ud	<p>Conexión y reprogramación de la central DCI Conexión del sistema de detectores y módulos instalados en el CT al lazo de planta baja del módulo C-O, (lazo cerrado) realizando reprogramación de la instalación en la central de detección y en el puesto de control del Rectorado, hasta dejarla en funcionamiento, sin averías, ni alarmas, incluyendo el conexionado y supervisión de transmisión de estado los finales de carrera de las compuertas cortafuegos hasta los módulos monitores.</p>												
											1,00	169,32	169,32
TOTAL APARTADO 01.02 INSTALACION DE PCI.....													625,42

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

APARTADO 01.03 INSTALACION DE VENTILACION

Ud	Rejilla de superior			
	Rejilla ventilación, tipo retícula, construida en aluminio pintado de azul, de dimensiones 600x200 mm, marco de montaje y dispositivo de fijación oculto. Incluso perfil a puerta, pequeño material, material complementario y mano de obra de instalación. Medida la unidad instalada.			
		1,00	56,23	56,23
Ud	Rejilla de inferior			
	Rejilla de retorno y extracción, tipo retícula, construida en aluminio pintado de blanco ral9010, marca KOOLAIR, SCHAKO, TROX, modelo 22-5-O, de dimensiones 600x300 mm, equipada con compuerta de regulación, marco de montaje y dispositivo de fijación oculto. Incluso embocadura a conducto, pequeño material, material complementario y mano de obra de instalación. Medida la unidad instalada.			
		1,00	72,56	72,56
Ud	Puerta Doble Local CT			
	Puerta de carcasa de chapa galvanizada calidad ST027 según DIN 17162. Palanca y accesorios cincados. Casquillos de latón y junta de estanqueidad de tipo cerámico. Resistencia al fuego EI-90 según UNE-23-802-79.			
		1,00	566,53	566,53
TOTAL APARTADO 01.03 INSTALACION DE VENTILACION.....				695,32
TOTAL INSTALACIONES AUXILIARES EN LOCAL CT.....				1.556,32

SUBCAPÍTULO PUESTA A TIERRA

MI	Bandeja metálica de 300 mm blindada con tapa			
	Suministro y montaje de bandeja metálica perforada blindada con tapa de 300 mm, marca PEMSA, BASSOR o similar aprobada, incluidos accesorios de montaje, codos, curvas, etc. Totalmente instalada.			
		6,00	29,81	178,86
m	Conductor aislante RV-k 0,6/1 kV 50 mm ² Cu			
		20,00	20,92	418,40
Ud	Medidas resistencia p.a.t. y tensiones paso/contacto			
	Realización de medidas de resistividad del terreno y de resistencia de puesta a tierra de herrajes, neutros y B.T. así como tensión de paso y contacto, según documentos UNESA en interior y en exterior del CT, con entrega de informe completo, realizando por empresa de control tipo ATISAE, TECNOS, etc, con presencia de la D.F.			
		1,00	309,15	309,15
h	Oficial 2ª electricista			
		8,00	12,84	102,72
u	Pequeño material			
		27,00	0,96	25,92
u	Pica T.T. acero-Cu 2000x14,6 mm (300 micras)			
		8,00	19,39	155,12
Ud	Toma de tierra para herrajes			
	Toma de tierra para herrajes del C.T. (Tierra de protección) (R<4 ohmios) formada por 8 electrodos de 2 m, unidos con conductor de cobre desnudo de 50 mm ² enterrado bajo solera (configuración 80-35/5/82 documento UNESA) y conductor desnudo de 50 mm ² grapado en pared del C.T. Caja de conexión y prueba y conexionado completo con soldadura aluminotérmica y terminales KKK a partes metálicas, mallazo, pilares, puertas, celdas, transformadores,			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
cajas de p.a.t, grapas de conexión, etc., incluso accesorios de montaje y conexionado.								
						1,00	758,93	758,93
Ud Toma de tierra para neutro								
Toma de tierra para neutro de transformador (R< 5 ohmios) formada por 5 electrodos de 2 m, unidos con conductor de cobre de 70 mm²								
RZ1K, con soldadura aluminotérmica, bajo tubo de PVC diámetro 63, incluso caja de conexión y prueba de p.a.t. y accesorios de montaje y conexionado.								
						2,00	494,76	989,52
TOTAL SUBCAPÍTULO PUESTA A TIERRA								2.938,62
SUBCAPÍTULO REDES DE MEDIA TENSIÓN								
m CONEXIONES MEDIA TENSIÓN 3(1x240) Al 12/20 kV								
Red eléctrica de media tensión entubada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240)Al. 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de 60 cm de ancho y 105 cm de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm de arena de río, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm de diámetro, relleno con tierras procedente de la excavación apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm, colocación cinta de señalización sin incluir la reposición de acera, incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.								
						6,00	99,78	598,68
TOTAL SUBCAPÍTULO REDES DE MEDIA TENSIÓN								598,68
SUBCAPÍTULO TRANSFORMADOR								
u TRANSFORMADOR SECO MT/BT 630 KVA								
Transformador de media a baja tensión de 630 kVA de potencia, aislamiento en seco, con bobinados encapsulados y moldeados en vacío en resina epoxi, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 15/20 kV, tensión secundaria 231/400 A, regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11, tensión de cortocircuito 6%. Según normas 20101 (CEI 76), CENELEC HD538-1-S1, UNE 20178, IEC 726. Equipado con dispositivo de protección térmica formado por 6 sondas PTC y convertidor electrónico de dos contactos (alarma y disparo), puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de B.T. 12/20 kV unipolares de 1x50 mm² Al., terminales encausables en ambos extremos y rejilla de protección.								
						1,00	27.965,55	27.965,55
TOTAL SUBCAPÍTULO TRANSFORMADOR								27.965,55
TOTAL PRESUPUESTO INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN								49.536,18

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PRESUPUESTO INSTALACION BAJA TENSION								
m LÍNEA SUBTERRÁNEA ACERA BAJA TENSION 4x240 Al								
Línea de distribución en baja tensión, desde el centro de transformación de la Cía. hasta abonados, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 4x240 mm2 Al. RV 0,6/1 kV, formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm de ancho y 70 cm de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 15 cm de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 25 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.								
						37,00	49,15	1.818,55
ud ARMARIO DISTRIB.BTV)3 BASES 250A								
Armario de distribución para 4 bases tripolares verticales (BTV), formado por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, abierto por la base para entrada de cables, placa transparente y precintable de policarbonato, 4 zócalos tripolares verticales, aisladores de resina epoxi, pletinas de cobre de 50x10 mm2 y bornes bimetálicas de 240mm2. Instalada, transporte y montaje.								
	2					2,00	2,00	2.074,12
						2,00	1.037,06	2.074,12
m LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 3(1x240) + 1(1x120)mm2 Cu								
Línea general de alimentación (LGA) en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por conductor de cobre 3.5(1x240) mm2 RV-K 0,6/1 kV libre de halógenos, incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta de señalización de PVC. Instalación incluyendo conexionado.								
						65,00	101,36	6.588,40
m LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 3(1x185) + 1(1x120)mm2 Cu								
Línea general de alimentación (LGA) en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por conductor de cobre 3.5(1x185) mm2 RV-K 0,6/1 kV libre de halógenos, incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta de señalización de PVC. Instalación incluyendo conexionado.								
						60,00	92,37	5.542,20
ud LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 3(1x120) + 1(1x70)mm2 Cu								
Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada (Tubo PVC Dext. 180mm), formada por conductor de cobre 3.5(1x120) mm2 RV-K 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado								
						37,00	86,91	3.215,67
m LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 3(1x95) + 1(1x50)mm2 Cu								
Línea general de alimentación (LGA) en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por conductor de cobre 3.5(1x95) mm2 RV-K 0,6/1 kV libre de halógenos, incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta de señalización de PVC. Instalación incluyendo conexionado.								
						53,00	82,02	4.347,06
m LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 3(1x50)+ 1(1x25)mm2 Cu								
Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada (Tubo PVC Dext. 160mm), formada por conductor de cobre 3.5(1x50) mm2 RV-K 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado.								
						60,00	75,64	4.538,40
ud CENTRAL.CONTAD.ELECT. LGA-A								
Prefabricado para centralización de contadores para LGA-A, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida.								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Columnas para 18 contadores monofásicos y 1 trifásico, según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios		1					1,00	1,00	2.456,20
								1,00	2.456,20
ud	CENTRAL.CONTAD.ELECT. LGA-B								
Prefabricado para centralización de contadores para LGA-B, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida. Columnas para 8 contadores monofásicos y 3 trifásicos, según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios.		1					1,00	1,00	1.846,27
								1,00	1.846,27
ud	CENTRAL.CONTAD.ELECT. LGA-C								
Prefabricado para centralización de contadores para LGA-C, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida. Columnas para 17 contadores monofásicos y 1 trifásico, según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios.		1					1,00	1,00	2.685,51
								1,00	2.685,51
ud	CENTRAL.CONTAD.ELECT. LGA-D								
Prefabricado para centralización de contadores para LGA-D, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida. Columnas para 16 contadores monofásicos y 1 trifásico, según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios.		1					1,00	1,00	2.306,80
								1,00	2.306,80
ud	CENTRAL.CONTAD.ELECTR. LGA-E								
Prefabricado para centralización de contadores para LGA-E, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida. Columnas para 8 contadores monofásicos y 3 trifásico, según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios.		1					1,00	1,00	2.270,96
								1,00	2.270,96
ud	CENTRAL.CONTAD.ELECTR. LGA-F								
Prefabricado para centralización de contadores para LGA-F, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida. Columnas para 17 contadores monofásicos y 1 trifásico, según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios.		1					1,00	1,00	2.456,20
								1,00	2.456,20
ud	CENTRAL.CONTAD.ELECTR. CARGA VEHICULOS ELECTRICOS								
Prefabricado para centralización de contadores para recarga de vehículos eléctricos, formado por los siguientes elementos: Modular conteniendo un									

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
interruptor de corte de aire In(A)=250. Módulos de embarrado de protección y de bornas de salida. Columnas para 9 contadores monofásicos según memoria y planos, incluso p.p. de conexionado de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales, totalmente preparado para la colocación de los contadores por parte de la compañía suministradora, incluso p.p. de medios auxiliares necesarios.	1					1,00	1,00	1.762,34
							1,00	1.762,34
m DERIVACIÓN INDIVIDUAL VIVIENDAS 3x16 mm2 Derivación individual 3x16 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido, M 32/gp5, conductores de cobre de 16 mm2 y aislamiento tipo 450/750 libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado								
Portal A	1	203,00			203,00			
Portal C	1	168,00			168,00			
Portal D	1	168,00			168,00	539,00		7.917,91
						539,00	14,69	7.917,91
m DERIVACIÓN INDIVIDUAL VIVIENDAS 3x25 mm2 Derivación individual 3x25 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 25 mm2 y aislamiento tipo 450/750 V libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.								
Portal A	1	212,00			212,00			
Portal B	1	220,00			220,00			
Portal C	1	212,00			212,00			
Portal D	1	212,00			212,00			
Portal E	1	220,00			220,00			
Portal F	1	157,00			157,00	1.233,00		19.814,31
						1.233,00	16,07	19.814,31
m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x35 mm2 Derivación individual 3x35 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 25 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.								
Poertal F	1	468,00			468,00	468,00		7.815,60
						468,00	16,70	7.815,60
m DERIVACIÓN INDIVIDUAL LOCAL COMERCIAL 5x6 mm2 Derivación individual 5x6 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido M 32/gp5, conductores de cobre de 6 mm2 y aislamiento tipo 450/750V libre de halógenos, en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.								
Portal B	1	11,00			11,00			
Portal E	1	11,00			11,00	22,00		314,60
						22,00	14,30	314,60
m DERIVACIÓN INDIVIDUAL SERV.COMUN. PORTAL 5x10 mm2 Derivación individual 5x10 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido, M 32/gp5, conductores de cobre de 10 mm2 y aislamiento tipo 450/750 V libre de halógenos, en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.								
Portal A	1	7,00			7,00			
Portal B	1	19,00			19,00			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Portal C	1	12,00			12,00			
Portal D	1	12,00			12,00			
Portal E	1	19,00			19,00			
Portal F	1	19,00			19,00	88,00		1.475,76
						88,00	16,77	1.475,76
m DERIVACIÓN INDIVIDUAL SERV. COMUN. GARAJE 5x25 mm2								
Derivación individual 5x25 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido, M 50/gp5, conductores de cobre de 25 mm2 y aislamiento tipo 450/750 V libre de halógenos, en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.								
	1	26,00			26,00	26,00		737,62
						26,00	28,37	737,62
m DERIVACIÓN INDIVIDUAL SERV. COMUN. URBANIZACIÓN 5x50 mm2								
Derivación individual 5x50 mm2 (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido, M 63/gp5, conductores de cobre de 50 mm2 y aislamiento tipo Rv-K 0,6/1 kV libre de halógenos, en sistema trifásico con neutro, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.								
	1	46,00			46,00	46,00		1.718,10
						46,00	37,35	1.718,10
ud INST.ELECT.VIVIENDA TIPO 1 DORM.								
Instalación eléctrica empotrada en vivienda tipo de 1 dormitorio, para electrificación ELEVADA (7 circuitos: alumbrado, lavadora, lavavajillas, baño y cocina, cocina-horno, usos varios y aire acondicionado), con cuadro general de mando y protección compuesto por una caja ICP, 1 automático general de II-40 A-30 mA, 7 automáticos: 1 de II-10 A, 4 de II-16 A, 1 de II-20 A y 1 de II-25 A, cableado bajo tubo de PVC flexible de secciones las precisas según normativa, con cajas y mecanismos SIMON serie 31 osimilar con grado de protección necesario según su situación, puntos de luz (sencillos, dobles, conmutados y cruzamientos) y tomas de corriente con tubo e hilo según especificaciones de proyecto, conjunto de timbre formado por pulsador y zumbador, según memoria y planos, con alimentación a caldera y red equipotencial de baño. Instalada, comprobada y en funcionamiento, medida según NTE/IEB-41-41-43-44-45-46-47-48-50 Y 51 Y R.E.B.T., y medios.								
Portal A	15				15,00			
Portal C	9				9,00			
Portal D	9				9,00			
Portal F	13				13,00	46,00		68.155,44
						46,00	1.481,64	68.155,44
ud INST.ELECT.VIVIENDA TIPO 2 DORM								
Instalación eléctrica empotrada en vivienda tipo de 2 dormitorio, para electrificación ELEVADA (7 circuitos: alumbrado, lavadora, lavavajillas, baño y cocina, cocina-horno, usos varios y aire acondicionado), con cuadro general de mando y protección compuesto por una caja ICP, 1 automático general de II-40 A-30 mA, 7 automáticos: 1 de II-10 A, 4 de II-16 A, 1 de II-20 A y 1 de II-25 A, cableado bajo tubo de PVC flexible de secciones las precisas según normativa, con cajas y mecanismos SIMON serie 31 o similar con grado de protección necesario según su situación, puntos de luz (sencillos, dobles, conmutados y cruzamientos) y tomas de corriente con tubo e hilo según especificaciones de proyecto, conjunto de timbre formado por pulsador y zumbador, según memoria y planos, con alimentación a caldera y red equipotencial de baño. Instalada, comprobada y en funcionamiento, medida según NTE/IEB-41-41-43-44-45-46-47-48-50 Y 51 Y R.E.B.T., y medios.								
Portal A	4				4,00			
Portal B	8				8,00			
Portal C	8				8,00			
Portal D	8				8,00			
Portal E	8				8,00			
Portal F	4				4,00	40,00		67.988,00
						40,00	1.699,70	67.988,00
ud CUADRO ELECT.SERV.COMUN.PORTAL								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Cuadro eléctrico servicios comunes de portal para Portal A, Portal B, Portal C, Portal D, Portal E y Portal F, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares necesarios.	1					1,00	1,00	2.838,89
							1,00	2.838,89
ud CUADRO ELECT.SERV.COMUN.URBANIZA								2.838,89
Cuadro eléctrico servicios comunes de urbanización, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares necesarios.	1					1,00	1,00	1.750,95
							1,00	1.750,95
ud CUADRO ELECT.SERV.COMUN.GARAJE								1.750,95
Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Servicios comunes de Garaje, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares necesarios.	1					1,00	1,00	1.289,51
							1,00	1.289,51
ud CUADRO ELECT.ICT1 Y ICT2								1.289,51
Cuadro secundario para la alimentación eléctrica de la Instalación I.C.T.-1 para Portal A, Portal B, y Portal C e instalación I.C.T.-2 para Portal D, Portal E y Portal F, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares necesarios. Todo de marca Merlin Guering o similar.	2					2,00	2,00	327,74
							2,00	163,87
ud CUADRO ELECT.GRUPO PRESION AGUA								327,74
Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Grupos de Presión de agua sanitaria, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares	1					1,00	1,00	894,15
							1,00	894,15
ud CUADRO ELECT.VENT.FORZ.GARAJE SUB1								894,15
Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Subsistema 1 de Ventilación Forzada del Garaje, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares.	1					1,00	1,00	752,52
							1,00	752,52
ud CUADRO ELECT.VENT.FORZ GARAJE SUB2								752,52
Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Subsistema 1 de Ventilación Forzada del Garaje, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares.								
ud CUADRO ELECT.VENT.FORZ GARAJE SUB2								
Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Subsistema 1 de Ventilación Forzada del Garaje, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos,								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares.	1				1,00	1,00		752,50
						1,00	752,50	752,50
ud CUADRO ELECT.VENT. ASCENSOR Cuadro de alimentación ascensor	6				6,00	6,00		2.842,56
						6,00	473,76	2.842,56
ud CUADRO PROTEC.SERV.COMUNES Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Grupo de Bombeo de saneamiento enterrado en garaje, formado por módulo doble aislamiento, registrable mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares necesarios.	1				1,00	1,00		271,58
						1,00	271,58	271,58
ud CUADRO ELECT.ENERGIA SOLAR Cuadro secundario para alimentación eléctrica de Cuarto de Instalación de Energía Solar, formado por módulos de doble aislamiento, registrables mediante puertas por su parte frontal, equipado de soportes para aparatos, canaletas, cableados, bornas de conexión, embarrados de distribución y puesta a tierra, conteniendo en su interior los elementos indicados en los esquemas unifilares y medios auxiliares.	3				3,00	3,00		1.775,67
						3,00	591,89	1.775,67
ud CONDUCTOR DE COBRE 2X1.5MM2 S.C. Circuito realizado con tupo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5mm2, aislamiento PVC 750 V.,en sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	338				338,00	338,00		2.240,94
						338,00	6,63	2.240,94
ud CONDUCTOR DE COBRE 2X2.5MM2 S.C. Circuito realizado con tupo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5mm2, aislamiento PVC 750 V.,en sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	146				146,00	146,00		1.004,48
						146,00	6,88	1.004,48
ud CONDUCTOR DE COBRE 2X4MM2 S.C. Circuito realizado con tupo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4mm2, aislamiento PVC 750 V.,en sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	82				82,00	82,00		736,36
						82,00	8,98	736,36
ud CONDUCTOR DE COBRE 4X2,5MM2 S.C. Circuito constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5mm2, aislamiento PVC 750V. Montado bajo tubo PVC corrugado M 25/gp5. Incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	290				290,00	290,00		2.612,90
						290,00	9,01	2.612,90
ud CONDUCTOR DE COBRE 4X4MM2 S.C. Circuito constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4mm2, aislamiento PVC 750 V. Montado bajo tubo PVC corrugado M 25/gp5. Incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	112				112,00	112,00		1.115,52
						112,00	9,96	1.115,52
ud CONDUCTOR DE COBRE 4X16MM2 S.C. Circuito constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 16mm2, aislamiento PVC 750 V. Montado bajo tubo PVC corrugado M 40/gp5. Incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	6				6,00	6,00		102,42

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							6,00	17,07	102,42
ud	BASE DE ENCHUFE 16A SERV COM								
	Punto de enchufe de 16 A para Zonas Comunes, simón 31 o similar, tipo Schuko, con toma de tierra, p.p de tubo de plástico flexible empotrable, cajas de registro con tapa atornillada, mecanismos y conductores de cobre con aislamiento de PVC para una tensión de 750 V,p.p. de conexión a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios. En cualquier situación de la obra.								
		52				52,00	52,00		1.418,56
							52,00	27,28	1.418,56
ud	BASE ENCHUFE ESTANCO 16 A SERCOM								
	Punto de enchufe de 16 A estanco para Zonas Comunes, con toma de tierra, p.p. de tubo de plástico flexible empotrable, cajas de registro con tapa atornillada, mecanismos y conductores de cobre con aislamiento de PVC para una tensión de 750 V, p.p. de conexión a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios. En cualquier situación de la obra.								
		18				18,00	18,00		791,46
							18,00	43,97	791,46
ud	PUNTOS DE LUZ PORTAL Y ZONACOMUN LEDSC4)								
	Puntos de luz portales y pasillos de zonas comunes de plantas elevadas, canalizado bajo tubo de PVC flexible empotrado, incluso proyector con aro orientable color blanco marca LEDS C4 DN-0526-14-00 o similar con lámpara OSRAM o similar 7wLED GU10 230v, p.p. de línea de alimentación, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares, necesarios.								
		124				124,00	124,00		13.623,88
							124,00	109,87	13.623,88
ud	PTOS LUZ ESCALERAS Y ACC.GARAJE (Plafón 100W)								
	Puntos de luz en escaleras y accesos a garaje, canalizado bajo tubo de PVC flexible empotrado, incluso plafón de cristal de techo con lámpara led de 100W, p.p. de línea de alimentación, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares, necesarios.								
		86				86,00	86,00		7.950,70
							86,00	92,45	7.950,70
ud	PUNTOS DE LUZ SOPORTALES (Downlight LED)								
	Puntos de luz soportales de planta baja, canalizado bajo tubo de PVC flexible empotrado, incluso luminaria downlight de empotrar marca NARVI 1480 lúmenes ER BL 4000K compactas de y equipo eléctrico grado de protección IP20 clase II. Instalado incluyendo replanteo, p.p. de línea de alimentación, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares, necesarios.								
		52				52,00	52,00		3.371,68
							52,00	64,84	3.371,68
ud	PUNTO DE LUZ CUART.BASURA, INST.GENER (Lámp. LED. 60W)								
	Puntos de luz en cuarto de basuras , aseo garaje y cuartos de instalaciones generales, canalizado bajo tubo de PVC flexible empotrado, incluso pantalla estanca de policarbonato de 1,20m con tubo LED de 20w , p.p. de línea de alimentación, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares, necesarios								
		7				7,00	7,00		40,18
							7,00	5,74	40,18
ud	PUNTO DE LUZ CAMARÍN ASCENSORES (Lámp. LED. 60W)								
	Puntos de luz en camarín de ascensor, canalizado bajo tubo de PVC flexible empotrado, incluso lámpara led de 60W, p.p de línea de alimentación, cajas de registro, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares, necesarios.								
		36				36,00	36,00		807,84
							36,00	22,44	807,84
							36,00	22,44	807,84
ud	PUNTO DE LUZ PANTALLA ESTANCA LED GARAJE 20W								
	Punto de luz fluorescente con pantallas estancas led de 1.20m con tubo LED de 20w correspondientes para su instalación en el garaje, incluso p.p. de línea y canalización en PVC, material auxiliar, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios. Según memoria y planos.								
		31				31,00	31,00		3.723,72
							31,00	120,12	3.723,72
ud	PUNTO LUZ RAMPA GARAJE MOD.SADE LAMP.LED 36W								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Punto de luz con suministro y colocación de luminaria modelo SADE 24314 con lampara LED de 36w.correspondientes para su instalación en la rampa del garaje, incluso p.p. de línea y canalización en PVC, material auxiliar, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios. Según memoria y planos.	8				8,00	8,00		887,36
						8,00	110,92	887,36
ud PUNTO LUZ CUARTOS 2X20 W Punto de luz con pantallas estancas de policarbonato con tubo led de2X 20w y 0,6 m correspondientes para su instalación en cuartos de instalaciones, incluso p.p. de línea y canalización en PVC, material auxiliar, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios.	7				7,00	7,00		896,70
						7,00	128,10	896,70
ud PUNTO LUZ CUARTOS 2X36 WCUARTOS Punto de luz fluorescente con pantallas estancas de policarbonato tubos led de 20 w correspondientes para su instalación en cuartos de instalaciones, incluso p.p. de línea y canalización en PVC, material auxiliar, conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios.	19				19,00	19,00		1.587,45
						19,00	83,55	1.587,45
ud PUNTO ALUMBRADO DE EMERGENCIA GARAJE400 lm Punto de alumbrado de emergencia, aparatos señalización y emergencia de 8 W - 400 lm. Daisalux mod. Nova N8S o similar, con p.p. de canalización, cajas de registro y conductores con aislamiento para una tensión de 750 V. sistema de fijación, etc. incluso p.p. de conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios. En garaje.						19,00	102,92	1.955,48
Ud PUNTO ALUMBRADO EMERGENCIA 70lm Punto de alumbrado de emergencia, luminaria de 6 W de 70 lúmenes, con p.p. de cajas de registro, conductores de cobre con aislamiento de PVC para una tensión de 750 V. canalizados bajo tubo de PVC flexible empotrado, caja , mecanismo y sistema de fijación, incluso p.p. de conexionado a cuadro dependiente y medios auxiliares necesarios. DAISALUX, modelo NOVA N1 o similar.	portales escaleras-vestibulos soportales	138 13			138,00 13,00	151,00		10.560,94
						151,00	69,94	10.560,94
ud PULSADOR TEMPORIZADO ZONAS COMUNES Pulsador temporizado para zonas comunes con p.p. de tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., tensión de aislamiento 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos y pulsador con marco, instalado.	144				144,00	144,00		3.972,96
						144,00	27,59	3.972,96
ud PULSADOR TEMPORIZADO ESTANCO GARAJE Pulsador estanco para garaje con p.p. de tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., tensión de aislamiento 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos y pulsador con marco, instalado.	8				8,00	8,00		280,96
						8,00	35,12	280,96
ud BRAZO INCL. 15° ERCO MOD. FOCALFLOOD Brazo de tubo de acero pintado o galvanizado, de 60 mm. de diámetro, para sujeción mural, con luminaria de alumbrado viario con foco marca ERCO modelo FOCALFLOOD ref. 34170000, instalado, incluyendo lámpara led y accesorios de montaje.								
ud BRAZO INCL. 15° ERCO MOD. FOCALFLOOD Brazo de tubo de acero pintado o galvanizado, de 60 mm. de diámetro, para sujeción mural, con luminaria de alumbrado viario con foco marca ERCO modelo FOCALFLOOD ref. 34170000, instalado, incluyendo lámpara led y accesorios de montaje.	9				9,00	9,00		3.704,49

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							9,00	411,61	3.704,49
ud	BALIZA SEC.CUADRADA LEDS Suministro y colocación de baliza de sección cuadrada LEDS 55-9118.instalado, incluyendo lámpara led y accesorios de montaje.	41				41,00	41,00		5.703,92
							41,00	139,12	5.703,92
m	ELECTRODO RED TOMA DE TIERRA Red de toma de tierra, realizada con conductor de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba..	700				700,00	700,00		4.858,00
							700,00	6,94	4.858,00
ud	ARQUETA REGISTRABLE CON PICA Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D= 14,3 mm. y 2 m. de longitud, unida mediante soldadura aluminotérmica al cable de cobre, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	2				2,00	2,00		146,62
							2,00	73,31	146,62
ud	PUNTO COMPROBACION TOMA DE TIERRA Punto de comprobación de puesta a tierra en caja estanca, conteniendo puente de prueba en pletina de cobre de 130x30x30 mm. sobre apoyo aislante, incluso medios auxiliares necesarios.	17				17,00	17,00		910,52
							17,00	53,56	910,52
ud	PLACA DE PORTERO ELEC. GRAN BLOQUE Placa de acceso de portero electrónico Fermax en bloque o acceso general, formado por placa Cityline, sistema convencional, incluyendo caja de empotrar, placa de calle, tarjetero panorámico, alimentador ref 8787, y abrepuertas , recibido y montado incluyendo cableado y conexionado completo.	1				1,00	1,00		424,39
							1,00	424,39	424,39
ud	PORTERO ELEC. EDIFICIO 19 VIV. Portero electrónico Niessen, para edificio de 19 viviendas, sistema analógico, incluyendo placa de calle, alimentador, abrepuertas y teléfonos electrónicos, montado, cableado y conexionado completo.	1				1,00	1,00		1.893,90
							1,00	1.893,90	1.893,90
ud	PORTERO ELEC. EDIFICIO 17 VIV. Portero electrónico Niessen, para edificio de 17 viviendas, sistema analógico, incluyendo placa de calle, alimentador, abrepuertas y teléfonos electrónicos, montado, cableado y conexionado completo.	3				3,00	3,00		5.681,70
							3,00	1.893,90	5.681,70
ud	PORTERO ELEC. EDIFICIO 8 VIV. Portero electrónico Fermax, para edificio de 8 viviendas, formado por Kit Citymax de 8 líneas ref 6350, sistema convencional incluyendo placa de calle, alimentador, abrepuertas y teléfonos electrónicos, montado incluyendo cableado y conexionado completo.	2				2,00	2,00		1.450,90
							2,00	725,45	1.450,90
ud	MECANISMO ACCIONAMIENTO Y MANIOBRA PUERTA GARAJE Suministro e instalación de mecanismo de accionamiento y maniobra de puerta de garaje formado por: - 1 Motorreductor para puerta basculante monofásico con finales de carrera incluidos. - 1 Cuadro de control. - 1 Subconjunto arrastre para motorreductor - 2 Fotocélulas supervisadas 15 m (ncluido espejo). - 1 Receptor 1 canal 400 usuarios. - 1 Microtransmisor 2 canal. - 1 Banda antiplastamiento								
ud	MECANISMO ACCIONAMIENTO Y MANIOBRA PUERTA GARAJE Suministro e instalación de mecanismo de accionamiento y maniobra de								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

86 VIVIENDAS EN PARCELA 2.90 ENSANCHE DE VALLECAS.MADRID

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
puerta de garaje formado por:								
- 1 Motorreductor para puerta basculante monofásico con finales de carrera incluidos.								
- 1 Cuadro de control.								
- 1 Subconjunto arrastre para motorreductor								
- 2 Fococélulas supervisadas 15 m (ncluido espejo).								
- 1 Receptor 1 canal 400 usuarios.								
- 1 Microtransmisor 2 canal.								
- 1 Banda antiplastamiento								
	1					1,00	1,00	1.150,71
							1,00	1.150,71
ud MECANISMO ACCIONAMIENTO Y MANIOBRA PUERTA VEHÍCULOS PARCELA								
Suministro e instalación de mecanismo de accionamiento y maniobra de puerta de paso de vehículos de la parcela, formado por:								
- 1 Motorreductor para puerta doble abatible monofásico con finales de carrera incluidos.								
- 1 Cuadro de control.								
- 1 Subconjunto arrastre para motorreductor								
- 4 Fococélulas supervisadas 15 m (incluido espejo).								
- 1 Receptor 1 canal 400 usuarios.								
- 1 Microtransmisor 2 canal.								
- 2 Banda antiplastamiento								
- 90 mandos a distancia.								
	1					1,00	1,00	2.403,00
							1,00	2.403,00
ud SEMÁFORO 2 FOCOS LED. D=100mm								
Semáforo de aluminio inyectado de 2 focos de 100 mm. de diámetro con lámpara led de 25 W. Conectado con el sistema de control de la puerta de acceso al garaje.								
	2					2,00	2,00	228,36
							2,00	114,18
ud DETECTOR DE PRESENCIA GARAJE								
Suministro e instalación de detector de movimiento en garaje con p.p de cableado y contacto para la sectorización de alumbrado por zonas dejando 1/3 de alumbrado fijo.								
							5,00	107,12
ud DETECTOR DE PRESENCIA SOPORTALES Y PORTALES								
Suministro e instalación de detector de movimiento en soportales y portales con p.p de cableado y contacto para la sectorización de alumbrado por zonas dejando 1/3 de alumbrado fijo.								
portales	6					6,00		
soportales	7					7,00	13,00	1.392,56
							13,00	107,12
								1.392,56
TOTAL PRESUPUESTO INSTALACION BAJA TENSION.....								323.509,25
TOTAL								373.045,43



PLANOS



ÍNDICE PLANOS

3.1 MEDIA TENSIÓN

- 01- SITUACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 02- PLANTA Y ALZADOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 03- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. CELDAS Y TRANSFORMADOR
- 04- CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO ACERA. 9 LÍNEAS.

3.2 BAJA TENSIÓN

- 05- PLANTA SÓTANO
- 06- PLANTA BAJA
- 07- PLANTA PRIMERA
- 08- PLANTA 2ª, 3ª Y 4ª
- 09- PLANTA DE CUBIERTAS
- 10- PLANTA SÓTANO. PUESTAS A TIERRA
- 11- ESQUEMAS UNIFILARES

Anexos al documento



CONCLUSIONES



El presente proyecto, mediante los documentos y planos de los que se compone, ha buscado definir y explicar de forma didáctica, las condiciones técnicas, de ejecución y económicas necesarias para la instalación eléctrica de Media y Baja Tensión de un edificio de nueva construcción que se compone de viviendas, trasteros, zonas comunes y garaje. Su elaboración se ha empleado como trabajo práctico para su presentación como Proyecto Fin de Trabajo del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en la Universidad Carlos III de Madrid.

El haber realizado este proyecto de forma simultánea a mi trabajo como ingeniera en la constructora Construcciones San Agustín 2000 S.L. me ha permitido involucrarme de forma directa en todos los aspectos que componen el proyecto, y me ha aportado nuevos conocimientos de la mano de profesionales de larga trayectoria y amplia experiencia en el campo de las instalaciones eléctricas.

Para el suministro normal de la instalación se ha propuesto una conexión con la red de Media Tensión de la compañía Gas Natural Fenosa, a través de un centro de transformación propiedad del cliente (Negocios Inmobiliarios Peninsulares) que posteriormente ha cedido a dicha compañía, ya que la propiedad no tiene derechos de empresa comercializadora. Este centro de transformación se ha dimensionado de forma que soporta la totalidad de la potencia prevista para la instalación y según requisitos de la empresa suministradora (Gas Natural Fenosa).

En todo momento se ha seguido la normativa impuesta en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como el Código Técnico de la Edificación.

En lo referente a la protección frente a las descargas atmosféricas, ha sido necesario la instalación de un pararrayos en el edificio. Éste proporciona un camino de baja impedancia a tierra, evitando riesgos a las personas y bienes del edificio.



BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTOS Y NORMAS

- [1]. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de agosto y posteriores modificaciones
- [2]. Código Técnico de la Edificación (CTE), establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de Noviembre
- [3]. UNESA: Guía técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones de puesta a tierra en redes de distribución, 1985
- [4]. Niveles medios de iluminación según la norma EN 12464-1
- [5]. Norma UNE 20460-5-523 para el cálculo de los conductores (AENOR)
- [6]. Normativa de Gas Natural Fenosa

LIBROS Y MANUALES

- [7]. Manual Teórico Práctico de Schneider: Instalaciones de baja tensión, editado por Schneider Electric España, primera edición Octubre 2003
- [8]. “Instalaciones eléctricas, Soluciones a problemas en baja y alta tensión”. José Luis Sanz Serrano. Ed Paraninfo, 2004

CATÁLOGOS DE FABRICANTES

- [9]. ORMAZABAL, “Centros de Transformación 24kV MT/BT. Distribución Eléctrica Media Tensión. 2013”
- [10]. Catálogo de aparamenta en Baja tensión de Ormazabal
- [11]. Catálogo de Baja Tensión de Schneider
- [12]. Catálogo de Prysmian cables
- [13]. Catálogo de pararrayos de Cirprotec
- [14]. Catálogo de luminarias de Trilux
- [15]. Catálogo de Luminarias de Philips
- [16]. Catálogo de bandejas de Pemsas
- [17]. Catálogo de canaletas de Unex

PÁGINAS WEB

- [18]. Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:
www.ffii.nova.es/puntoinformcyt/rebt_guia.asp
- [19]. Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Baja Tensión:
www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc_bt/itc_bt.htm
- [20]. Catálogos y manuales de Schneider Electric:
www.schneider-electric.com
- [21]. Catálogos y manuales de Ormazabal:
www.ormazabal.com/es

SOFTWARE UTILIZADO

- [22]. Programa de diseño: Autocad 2017



- [23]. Programa para cálculos luminotécnicos: Dialux evo 7
- [24]. Programa para el cálculo de presupuestos: Presto 2012